



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Prototipo de arquitectura empresarial con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de Investigación de Institución de Educación Superior.**

**Carlos Eduardo Fernández Riomalo**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería

Bogotá D.C., Colombia

2019

# **Prototipo de arquitectura empresarial con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de Investigación de Institución de Educación Superior.**

**Carlos Eduardo Fernández Riomalo**

Trabajo de profundización presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ingeniería de Sistemas y Computación**

Directora:

Ph.D. Helga Duarte Amaya

Departamento de Sistemas e Industrial

Línea de Investigación:

Ingeniería de software.

Grupo de Investigación:

CoISWE

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería

Bogotá D.C., Colombia

2019

## *Dedicatoria*

*A Dios, quien me ha iluminado en el trayecto de este camino.*

*A mis padres y hermano que con su apoyo incondicional y sus consejos me ayudaron a formarme como persona y profesional.*

*A mi directora de tesis Helga Duarte Amaya, quien me colaboró intelectualmente durante el desarrollo de este proyecto.*

*A la Universidad ECCL, por brindarme el espacio y su apoyo incondicional para el desarrollo de este proyecto.*

*A la Universidad Nacional en especial a Departamento de Ingeniería de Sistemas y a sus profesores que con su profesionalismo y su responsabilidad aportaron del tiempo de ellos para brindar su conocimiento.*

*Y a los evaluadores de este proyecto que con sus puntos de vista fomentan el crecimiento y la mejora continua.*

## Resumen

Este trabajo presenta el diseño y construcción de un prototipo de arquitectura empresarial, con énfasis en procesos de negocio para la vicerrectoría de investigación de una Institución de Educación Superior. El diseño de la arquitectura está centrado en TOGAF y se complementa con Archimate para la visualización arquitectónica. El diseño de los procesos de negocio se realiza bajo el estándar BPMN, utilizando Bizagi. Para llevar a cabo este proyecto, fue necesario levantar un estado del arte que dio como resultado un modelo de gestión de investigación, que integra las características relevantes de los marcos de gestión de investigación europeo, estadounidense, y la política nacional de CTel de Colciencias. A lo largo del documento se muestra el análisis realizado a la vicerrectoría de investigación identificando su arquitectura actual del negocio. Una vez identificada esta arquitectura, se plantea la arquitectura objetivo del negocio y se lleva a cabo el análisis de brechas. Posteriormente se delimita el alcance del prototipo, diseñando su arquitectura de datos, aplicaciones y tecnología. Con el desarrollo del prototipo en la plataforma Bizagi, se comprueba que el llevar los procesos de negocio a determinado nivel de automatización, permite fácilmente a los stakeholder y a la alta dirección, conocer el estado de ejecución de cada uno de los procesos y tener alta disponibilidad de información, facilitando la toma de decisiones.

**Palabras clave:** Arquitectura Empresarial, Procesos de negocio, TOGAF, BPM, BPMN, Archimate.

## Abstract

This work presents the design and construction of a prototype of enterprise architecture, with emphasis on business processes for the research vice-rectory of an Institution of Higher Education. The design of the architecture is focused on TOGAF and is complemented with Archimate for architectural visualization. The design of the business processes is done under the BPMN standard, using Bizagi. To carry out this project, it was necessary to build a state of the art that resulted in a research management model, which integrates the relevant features of the European and American research management frameworks, and the national policy of CTel de Colciencias. Throughout the document is shown the analysis made to the research vicerectory identifying its current business architecture. Once this architecture has been identified, the objective architecture of the business is proposed and the gap analysis is carried out. Then the scope of the prototype is defined, designing its data architecture, applications and technology. With the development of the prototype on the Bizagi platform, it is verified that taking business processes to a certain level of automation easily allows stakeholders and senior management to know the state of execution of each of the processes and have high availability of information, facilitating decision making.

**Keywords:** Enterprise Architecture, Business Processes, TOGAF, BPM, BPMN, Archimate.

## Contenido

<b>Resumen.....</b>	<b>IV</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>V</b>
<b>Lista de figuras .....</b>	<b>X</b>
<b>Lista de tablas .....</b>	<b>XIV</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>16</b>
1.1. Contexto del trabajo .....	16
1.2. Problemática relacionada con el manejo de los procesos de investigación en la IES.....	17
1.3. Propuesta para solucionar la problemática.....	19
1.4. Metodología de desarrollo de la propuesta .....	19
1.5. Contribuciones del desarrollo de este trabajo .....	22
1.6. Estructura del documento .....	23
<b>2. Estado del arte .....</b>	<b>25</b>
2.1. Contexto general de arquitectura empresarial.....	25
2.2. Modelos de gestión de investigación en Europa .....	34
2.3. Modelos de gestión de investigación en Estados Unidos .....	40
2.4. Modelos de gestión de investigación en Colombia .....	45
2.5. Propuesta de marco de gestión de investigación en Colombia.....	55
<b>3. Fase preliminar: Análisis vicerrectoría de investigación .....</b>	<b>60</b>
3.1. Reseña histórica de la institución .....	60
3.2. Principios de la institución .....	62
3.2.1. Misión .....	62
3.2.2. Visión.....	63
3.2.3. Principios de la vicerrectoría de investigación.....	63
3.2.4. Políticas de investigación .....	63
3.2.5. Ejes estratégicos.....	63

3.2.6.	Objetivos del negocio .....	64
3.2.7.	Estructura de la dependencia .....	64
4.	Visión de la arquitectura (Vicerrectoría de investigación) .....	67
4.1.	Contexto de la vicerrectoría de investigación .....	67
4.2.	Partes interesadas .....	69
4.3.	Principios de la arquitectura .....	70
4.3.1.	Principios del negocio .....	70
4.3.2.	Principios de los datos .....	72
4.3.3.	Principios de la aplicación .....	72
4.3.4.	Principios de la tecnología .....	73
4.4.	Cadena de valor .....	74
5.	Arquitectura del negocio .....	76
5.1.	Arquitectura base (AS - IS) .....	76
5.1.1.	Análisis estratégico .....	76
5.1.2.	Modelo operativo - Diagrama de procesos .....	85
5.2.	Arquitectura objetivo (TO - BE) .....	89
5.2.1.	Análisis estratégico .....	89
5.2.2.	Modelo operativo - Vista de los procesos de la vicerrectoría de investigación .....	93
5.3.	Análisis de brechas .....	118
5.3.1.	Procesos estratégicos .....	119
5.3.2.	Procesos misionales .....	120
5.3.3.	Procesos de apoyo .....	122
5.4.	Iniciativas de solución .....	123
5.5.	Priorización de procesos .....	124
6.	Arquitectura de datos .....	130
6.1.	Arquitectura base (AS - IS) .....	130
6.2.	Arquitectura objetivo (TO - BE) .....	132
6.3.	Perfiles de usuarios .....	142
7.	Arquitectura de aplicaciones .....	148
7.1.	Arquitectura base (AS - IS) .....	148
7.2.	Arquitectura objetivo (TO - BE) .....	149

7.2.1. Vista de comportamiento de aplicación.....	149
8. Arquitectura tecnológica.....	155
8.1. Arquitectura base (AS - IS).....	155
8.2. Arquitectura objetivo (TO - BE).....	155
9. Arquitectura solución desarrollada.....	158
9.1. Hoja de ruta de la arquitectura desarrollada .....	158
10. Validación del prototipo desarrollado .....	162
10.1. Validación de proceso: Convocatoria de proyectos.....	162
10.2. Validación de proceso: Someter proyecto .....	175
10.3. Validación por parte de los stakeholders .....	182
11. Conclusiones y trabajos futuros.....	184
11.1. Conclusiones.....	184
11.2. Trabajos futuros .....	188
A. Anexo: Modelado de procesos en BPMN (AS–IS).....	190
1. Procesos estratégicos .....	190
2. Procesos misionales .....	192
2.1. Gestión de investigación científica y aplicada.....	193
2.2. Gestión de formación para la investigación .....	196
3. Procesos de apoyo .....	197
3.1. Análisis, caracterización y prototipado.....	198
3.2. Transferencia de resultados de investigación .....	200
3.3. Publicaciones.....	202
B. Anexo: Modelado de procesos en BPMN del prototipo desarrollado (TO–BE)	
205	
1. Procesos estratégicos .....	205
1.1. Gestión de convocatoria de proyectos .....	205
2. Procesos misionales .....	206
2.1. Gestión de proyectos – Someter proyecto.....	207
2.2. Gestión de proyectos – Ejecución de proyecto .....	207
2.3. Gestión de grupos de investigación .....	209
2.4. Gestión de semilleros de investigación .....	211
2.5. Seguimiento a actividades de formación para la investigación .....	213
3. Procesos de apoyo .....	214



<b>3.1. Análisis, caracterización de materiales y prototipado .....</b>	<b>215</b>
<b>3.2. Transferencia de resultados de investigación .....</b>	<b>215</b>
<b>3.3. Publicaciones.....</b>	<b>217</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>219</b>

## Lista de figuras

Figura. 1-1. Metodología de desarrollo de la propuesta.....	20
Figura. 2-1. Relación de arquitecturas [28]. .....	29
Figura. 2-2. Componentes de arquitectura [28]. .....	29
Figura. 2-3. Ciclo de Método de Desarrollo de Arquitectura ADM [30]. .....	30
Figura. 2-4. Marco CERIF implementado en CRIS.....	37
Figura. 2-5. Arquitectura del sistema Figshare [80]. .....	45
Figura. 2-6. Plataforma SCIENTI Colciencias [82]. .....	48
Figura. 2-7. Modelo de gestión de investigación propuesto. ....	56
Figura. 3-1. Estructura organizacional de la Universidad ECCI [89]. ....	62
Figura. 3-2. Estructura organizacional de la dependencia [10]. ....	65
Figura. 4-1. Contexto de la vicerrectoría de investigación. ....	68
Figura. 4-2. Cadena de valor. ....	75
Figura. 5-1. Procesos clave de la vicerrectoría de investigación [10]. ....	77
Figura. 5-2. Diagrama de procesos de vicerrectoría de investigación. ....	86
Figura. 5-3. Procesos estratégicos de la vicerrectoría de investigación. ....	87
Figura. 5-4. Subprocesos estratégicos de la vicerrectoría de investigación.....	87
Figura. 5-5. Procesos misionales de la vicerrectoría de investigación. ....	88
Figura. 5-6. Subprocesos misionales de la vicerrectoría de investigación.....	88
Figura. 5-7. Procesos de apoyo de la vicerrectoría de investigación. ....	89
Figura. 5-8. Subprocesos de apoyo de la vicerrectoría de investigación.....	89
Figura. 5-9. Diagrama de solución de concepto. ....	90
Figura. 5-10. Gestión de convocatoria interna de proyectos. ....	94
Figura. 5-11. Gestión de convocatoria de proyectos de semilleros de investigación. .....	95
Figura. 5-12. Aval de convocatoria externa de proyectos.....	96
Figura. 5-13. Aval convocatoria medición de grupos.....	97
Figura. 5-14. Gestión de proyectos. ....	99
Figura. 5-15. Someter proyecto - Convocatoria interna de proyectos.....	99
Figura. 5-16. Someter proyecto - Convocatoria interna de semilleros de investigación. ....	100
Figura. 5-17. Someter proyecto - Convocatoria externa de proyectos.....	100
Figura. 5-18. Ejecución de proyecto. ....	101
Figura. 5-19. Gestión de grupos de investigación. ....	103
Figura. 5-20. Definición plan de trabajo de grupo. ....	104
Figura. 5-21. Gestión de integrantes.....	104

<b>Figura. 5-22. Vincular producto.....</b>	<b>105</b>
<b>Figura. 5-23. Gestión semilleros de investigación.....</b>	<b>106</b>
<b>Figura. 5-24. Seguimiento a actividades de formación para la investigación.....</b>	<b>107</b>
<b>Figura. 5-25. Asignar producción y registrar producción docente. ....</b>	<b>108</b>
<b>Figura. 5-26. Gestión de servicios de laboratorios.....</b>	<b>109</b>
<b>Figura. 5-27. Capacitación en equipos.....</b>	<b>110</b>
<b>Figura. 5-28. Mantenimiento de equipos.....</b>	<b>111</b>
<b>Figura. 5-29. Gestión de insumos.....</b>	<b>112</b>
<b>Figura. 5-30. Seguimiento al portafolio de proyectos. ....</b>	<b>113</b>
<b>Figura. 5-31. Gestión de contratos.....</b>	<b>114</b>
<b>Figura. 5-32. Gestión de convenios. ....</b>	<b>115</b>
<b>Figura. 5-33. Edición de revista TECCIENCIA. ....</b>	<b>116</b>
<b>Figura. 5-34. Convocatoria de publicación de libros.....</b>	<b>117</b>
<b>Figura. 5-35. Someter obra bibliográfica. ....</b>	<b>117</b>
<b>Figura. 5-36. Edición. ....</b>	<b>118</b>
<b>Figura. 6-1. Modelo Entidad – Relación. ....</b>	<b>134</b>
<b>Figura. 7-1. Aplicación gestión de convocatoria.....</b>	<b>150</b>
<b>Figura. 7-2. Aplicación gestión de proyectos.....</b>	<b>151</b>
<b>Figura. 7-3. Aplicación aval.....</b>	<b>151</b>
<b>Figura. 7-4. Aplicación grupos de investigación.....</b>	<b>152</b>
<b>Figura. 7-5. Aplicación gestión formación para la investigación.....</b>	<b>152</b>
<b>Figura. 7-6. Aplicación gestión tecnológica. ....</b>	<b>153</b>
<b>Figura. 7-7. Aplicación infraestructura y laboratorios. ....</b>	<b>154</b>
<b>Figura. 7-8. Aplicación gestión editorial.....</b>	<b>154</b>
<b>Figura. 8-1. Vista de infraestructura tecnológica TO - BE.....</b>	<b>156</b>
<b>Figura. 9-1. Hoja de ruta del prototipo de AE. ....</b>	<b>159</b>
<b>Figura. 10-1. Ingreso al sistema.....</b>	<b>163</b>
<b>Figura. 10-2. Selección del proceso a ejecutar.....</b>	<b>163</b>
<b>Figura. 10-3. Tipo de convocatoria.....</b>	<b>164</b>
<b>Figura. 10-4. Términos de referencia de la convocatoria.....</b>	<b>165</b>
<b>Figura. 10-5. Perfil de los aplicantes a la convocatoria.....</b>	<b>165</b>
<b>Figura. 10-6. Productos requeridos de la convocatoria.....</b>	<b>165</b>
<b>Figura. 10-7. Rubros financiados de la convocatoria.....</b>	<b>166</b>
<b>Figura. 10-8. Cronograma de la convocatoria.....</b>	<b>166</b>
<b>Figura. 10-9. Comité evaluador de la convocatoria.....</b>	<b>166</b>
<b>Figura. 10-10. Actividad pendiente en Inbox.....</b>	<b>166</b>
<b>Figura. 10-11. Convocatoria aprobada.....</b>	<b>167</b>
<b>Figura. 10-12. Convocatoria no aprobada.....</b>	<b>167</b>
<b>Figura. 10-13. Publicación de la convocatoria.....</b>	<b>168</b>
<b>Figura. 10-14. Proyectos a evaluar integrante 1 del comité evaluador.....</b>	<b>168</b>
<b>Figura. 10-15. Proyectos a evaluar integrante 2 del comité evaluador.....</b>	<b>168</b>
<b>Figura. 10-16. Evaluación de pertinencia y profundidad.....</b>	<b>169</b>
<b>Figura. 10-17. Evaluación de calidad.....</b>	<b>169</b>

<b>Figura. 10-18. Conceptos de evaluación.....</b>	<b>170</b>
<b>Figura. 10-19. Par evaluar proyecto. ....</b>	<b>170</b>
<b>Figura. 10-20. Correo electrónico a par evaluador de proyecto. ....</b>	<b>171</b>
<b>Figura. 10-21. Resultado de la evaluación de proyectos.....</b>	<b>171</b>
<b>Figura. 10-22. Aprobar proyecto presentado.....</b>	<b>172</b>
<b>Figura. 10-23. Proyectos aprobados en la convocatoria.....</b>	<b>173</b>
<b>Figura. 10-24. Publicación de resultados: proyecto aprobado.....</b>	<b>173</b>
<b>Figura. 10-25. Publicación de resultados: proyecto aprobado con modificaciones. .....</b>	<b>174</b>
<b>Figura. 10-26. Publicación de resultado: proyecto no aprobado.....</b>	<b>174</b>
<b>Figura. 10-27. Consulta: Consolidado de proyectos por convocatoria.....</b>	<b>175</b>
<b>Figura. 10-28. Seleccionar proceso someter proyecto. ....</b>	<b>176</b>
<b>Figura. 10-29. Búsqueda de convocatoria por código.....</b>	<b>176</b>
<b>Figura. 10-30. Participar en convocatoria.....</b>	<b>177</b>
<b>Figura. 10-31. Diligenciar proyecto. ....</b>	<b>178</b>
<b>Figura. 10-32. Objetivos específicos del proyecto.....</b>	<b>178</b>
<b>Figura. 10-33. Investigadores del proyecto.....</b>	<b>179</b>
<b>Figura. 10-34. Productos esperados del proyecto. ....</b>	<b>179</b>
<b>Figura. 10-35. Presupuesto del proyecto.....</b>	<b>179</b>
<b>Figura. 10-36. Actividad avalar proyecto. ....</b>	<b>180</b>
<b>Figura. 10-37. Aval de proyecto.....</b>	<b>180</b>
<b>Figura. 10-38. Actividad someter proyecto. ....</b>	<b>180</b>
<b>Figura. 10-39. Someter proyecto.....</b>	<b>181</b>
<b>Figura. 10-40. Certificación de radicado de proyecto. ....</b>	<b>181</b>
<b>Figura. A-1. Gestión de convocatoria interna de proyectos.....</b>	<b>190</b>
<b>Figura. A-2. Gestión de convocatoria de proyectos de semilleros de investigación. .....</b>	<b>191</b>
<b>Figura. A-3. Aval convocatoria de proyectos externos. ....</b>	<b>191</b>
<b>Figura. A-4. Aval convocatoria de medición de grupos. ....</b>	<b>192</b>
<b>Figura. A-5. Gestión de proyectos.....</b>	<b>193</b>
<b>Figura. A-6. Ejecución de proyectos.....</b>	<b>194</b>
<b>Figura. A-7. Gestión de grupos de investigación.....</b>	<b>195</b>
<b>Figura. A-8. Gestión de semilleros de investigación.....</b>	<b>196</b>
<b>Figura. A-9. Seguimiento y control de actividades de formación para la investigación.....</b>	<b>197</b>
<b>Figura. A-10. Subproceso cargar producto.....</b>	<b>197</b>
<b>Figura. A-11. Gestión de servicios de laboratorios. ....</b>	<b>198</b>
<b>Figura. A-12. Capacitación en equipos. ....</b>	<b>199</b>
<b>Figura. A-13. Mantenimiento de equipos.....</b>	<b>199</b>
<b>Figura. A-14. Gestión de insumos de laboratorio. ....</b>	<b>200</b>
<b>Figura. A-15. Seguimiento y control de portafolio de proyectos. ....</b>	<b>201</b>
<b>Figura. A-16. Transferencia tecnológica.....</b>	<b>201</b>
<b>Figura. A-17. Protección y explotación de productos resultados de investigación. .....</b>	<b>202</b>

<b>Figura. A-18. Gestión de convenios o contratos.</b>	202
<b>Figura. A-19. Edición de revista TECCIENCIA.</b>	203
<b>Figura. A-20. Convocatoria de publicación de libros.</b>	203
<b>Figura. A-21. Edición de libros y revistas.</b>	204
<b>Figura. B-1. Convocatoria de proyectos.</b>	206
<b>Figura. B-2. Evaluar proyecto.</b>	206
<b>Figura. B-3. Someter proyecto.</b>	207
<b>Figura. B-4. Ejecutar proyecto.</b>	208
<b>Figura. B-5. Realizar acta.</b>	208
<b>Figura. B-6. Crear grupo de investigación.</b>	209
<b>Figura. B-7. Definición plan de trabajo de grupo.</b>	210
<b>Figura. B-8. Gestión de integrantes.</b>	210
<b>Figura. B-9. Vincular producto.</b>	211
<b>Figura. B-10. Gestión de semilleros de investigación.</b>	212
<b>Figura. B-11. Oficializar semillero.</b>	213
<b>Figura. B-12. Seguimiento a actividades de formación para la investigación.</b>	213
<b>Figura. B-13. Verificar producción programa.</b>	214
<b>Figura. B-14. Asignar producción docente.</b>	214
<b>Figura. B-15. Gestión de servicios de laboratorios.</b>	215
<b>Figura. B-16. Seguimiento al portafolio de proyectos.</b>	216
<b>Figura. B-17. Transferencia tecnológica.</b>	216
<b>Figura. B-18. Protección y explotación</b>	217
<b>Figura. B-19. Convocatoria de obras bibliográficas.</b>	217
<b>Figura. B-20. Evaluar manuscrito.</b>	218
<b>Figura. B-21. Someter obra bibliográfica.</b>	218

## Lista de tablas

Tabla 2-1. Tipos de arquitectura [27].	28
Tabla 2-2. Etapas de ciclo ADM – TOGAF [31].	31
Tabla 2-3. Evaluación de características de los sistemas de información de investigación UE.	39
Tabla 2-4. Política nacional de CTel [81].	45
Tabla 2-5. Subsistemas plataforma SCIENTI Colciencias [82].	49
Tabla 2-6. Actividades de la política de CTel.	51
Tabla 2-7. Relación de actividades de la política de CTel con los sistemas de información de las IES.	52
Tabla 2-8. Criterios del CERIF, RIM y política de CTel.	53
Tabla 3-1. Políticas de investigación [10].	63
Tabla 3-2. Ejes estratégicos [10].	64
Tabla 3-3. Objetivos de negocio [10].	64
Tabla 3-4. Direcciones de la dependencia.	65
Tabla 4-1. Ente regulador: MEN.	68
Tabla 4-2. Ente regulador: Colciencias.	69
Tabla 4-3. Ente regulador: CNA.	69
Tabla 4-4. Ente regulador: Sala CONACES.	69
Tabla 4-5. Niveles de influencia.	69
Tabla 4-6. Matriz de interesados.	70
Tabla 4-7. Principio de negocio: Importancia de los principios.	70
Tabla 4-8. Principio de negocio: Potenciar los beneficios de la institución.	71
Tabla 4-9. Principio de negocio: Responsabilidad de la información.	71
Tabla 4-10. Principio de negocio: Continuidad de negocio.	71
Tabla 4-11. Principio de negocio: Protección de la propiedad intelectual.	71
Tabla 4-12. Principio de datos: Datos como activos de la dependencia.	72
Tabla 4-13. Principio de datos: Accesibilidad a los datos.	72
Tabla 4-14. Principio de datos: Seguridad de los datos.	72
Tabla 4-15. Principio de la aplicación: Independencia tecnológica.	73
Tabla 4-16. Principio de la aplicación: Usabilidad.	73
Tabla 4-17. Principio de la tecnología: Cambios basados en los requerimientos.	73
Tabla 4-18. Principio de la tecnología: Gestión del cambio.	73
Tabla 4-19. Principio de la tecnología: Interoperabilidad.	74
Tabla 5-1. Escenarios de negocio.	78

<b>Tabla 5-2. Interacción de investigación científica y aplicada con otros escenarios de negocio.</b>	79
<b>Tabla 5-3. Análisis de escenario de negocio: servicio de investigación científica y aplicada.</b>	79
<b>Tabla 5-4. Análisis de escenario de negocio: servicio de formación para la investigación.</b>	81
<b>Tabla 5-5. Análisis de escenario de negocio: servicio de transferencia de resultados de investigación.</b>	82
<b>Tabla 5-6. Análisis de escenario de negocio: servicios de laboratorios, salas de simulación y prototipado.</b>	84
<b>Tabla 5-7. Análisis de escenario de negocio: servicio de publicaciones.</b>	85
<b>Tabla 5-8. Seguimiento y control de actividades de formación para la investigación.</b>	119
<b>Tabla 5-9. Análisis de brechas: procesos estratégicos.</b>	120
<b>Tabla 5-10. Análisis de brechas: procesos misionales.</b>	121
<b>Tabla 5-11. Análisis de brecha: procesos de apoyo.</b>	122
<b>Tabla 5-12. Iniciativas de solución.</b>	124
<b>Tabla 5-13. Ponderación de objetivos y clientes.</b>	125
<b>Tabla 5-14. Selección de procesos.</b>	125
<b>Tabla 5-15. Procesos diseñados.</b>	127
<b>Tabla 6-1. Documentos relacionados con los procesos.</b>	130
<b>Tabla 6-2. Entidades del modelo de datos.</b>	132
<b>Tabla 6-3. Entidades de proceso.</b>	141
<b>Tabla 6-4. Perfiles de usuario.</b>	142
<b>Tabla 6-5. Privilegios para iniciar procesos por perfiles de usuario.</b>	143
<b>Tabla 6-6. Privilegio de entidades por perfiles de usuario.</b>	144
<b>Tabla 6-7. Privilegio de administración de procesos por perfiles de usuario.</b>	146
<b>Tabla 10-1. Premisas incluidas en el formulario.</b>	182
<b>Tabla 10-2. Observaciones de los stakeholders.</b>	183

# 1.Introducción

Este documento tiene como objetivo presentar de una manera general, el trabajo de profundización desarrollado como requisito de grado en la maestría de Ingeniería de Sistemas y Computación, enfocándose en la línea de Arquitectura Empresarial (AE)<sup>1</sup>.

Este trabajo se sitúa en el contexto de la arquitectura empresarial como herramienta base para el desarrollo de un prototipo de sistema de información para el manejo, seguimiento y gestión de los procesos de investigación en una Institución de Educación Superior (IES).

Como resultado del trabajo, se ha revisado la literatura con el propósito de conocer los modelos de gestión de investigación tanto a nivel nacional como internacional, con el fin de identificar las características claves que permitan diseñar un modelo (prototipo) de sistema de investigación específico, moderno y contemporáneo que considere aspectos definidos dentro de la políticas educativas como la ley 30, el CNA (Consejo Nacional de Acreditación) y la política de Ciencia Tecnología e Innovación (CTel) determinada por Colciencias. Adicionalmente, este modelo busca integrar criterios identificados en los marcos internacionales como la interoperabilidad, el impacto en el desarrollo de proyectos de investigación y la transparencia en la ejecución de actividades de investigación.

## 1.1. Contexto del trabajo

Este trabajo se lleva a cabo al interior de la Universidad ECCI, fundada en el año 1977. Esta institución obtuvo su reconocimiento como universidad a finales del 2014. Debido a este reconocimiento, la universidad debe cumplir con las tres funciones sustantivas establecidas en la ley 30 por el Ministerio de Educación Nacional (MEN); docencia,

---

<sup>1</sup> Del grupo de investigación ColSWE (Colectivo de Investigación en Ingeniería de Software) de la Universidad Nacional.



proyección social e investigación [1]. La ejecución de este proyecto se centra en apoyar una de las tres funciones sustantivas, aquella relacionada con la investigación.

A partir del 2014 y hasta la fecha, la universidad ha sufrido diferentes cambios, en especial la vicerrectoría de investigación, la cual ha ido adaptándose a las exigencias estipuladas por el MEN y Colciencias, ente estatal encargado de orientar la política de CTel en el país. Durante este tiempo, la Universidad ECCI ha centrado sus esfuerzos en alinearse con la política de desarrollo económico, la cual se basa en un modelo productivo de CTel establecido en la ley 1286 de 2009 por el MEN [2]. Para ello, se fundamentó en el conjunto de normas ICONTEC 5800, 5801 Y 5802 [3] [4] [5]. En el transcurso de esta etapa de transformación, la estructura organizacional de la vicerrectoría de investigación cambió y se aprobó en 2017.

Debido a este constante crecimiento, la gestión de investigación que se lleva a cabo al interior de la universidad se ha amoldado a estas exigencias. Sin embargo, la ejecución de los procesos que soportan esta función sustantiva no son los suficientemente eficientes para el volumen de información que manejan. Por esta razón, es necesario llevar a cabo un proyecto de AE que permita identificar la dinámica de la vicerrectoría de investigación, sus recursos (tecnológicos, humanos, económicos), procesos y datos, con el propósito de desarrollar un prototipo de AE que satisfaga las necesidades de la vicerrectoría.

## **1.2. Problemática relacionada con el manejo de los procesos de investigación en la IES**

Teniendo en cuenta el proceso de transformación y la evolución llevada a cabo al interior de la vicerrectoría de investigación, existe una necesidad latente en cuanto al manejo de la información relacionada con los diferentes procesos de investigación, viéndose afectadas las distintas áreas funcionales que conforman la estructura de la vicerrectoría, dado que estos procesos se realizan de manera manual, influyendo en el tiempo de ejecución y en los recursos establecidos para ellos.

Por otro lado, la información generada por los diferentes procesos se encuentra almacenada en carpetas o en los equipos de cómputo de los *stakeholders*. Debido a esto, la búsqueda de información para generar informes ante los entes reguladores es un poco

compleja y lleva su tiempo, razón por la cual se hace necesario destinar docentes a actividades administrativas, consumiendo parte de su tiempo en labores que de una u otra manera se podrían subsanar con el uso de la tecnología.

Asimismo, la gestión de los proyectos de investigación se ve afectada por los distintos trámites administrativos, como por ejemplo la ejecución de recursos destinados a un proyecto de investigación, dadas las diversas verificaciones que se llevan a cabo para ejecutar el presupuesto, afectando el cronograma del proyecto. De igual manera, el seguimiento y control de los proyectos es un proceso que se ejecuta de manera esporádica cada seis meses y no permite detectar a tiempo, la problemática asociada a la ejecución de un proyecto de investigación e identificar los productos resultados de investigación con potencial de transferencia, para iniciar las actividades de protección y explotación acorde al producto.

De igual forma, el seguimiento y control a las actividades de formación para la investigación es un proceso complejo soportado por la plataforma Moodle. En esta plataforma los docentes de los programas registran la información referente a semilleros, jóvenes investigadores, trabajos de grado, etc. La verificación de esta información es llevada a cabo por docentes de la vicerrectoría de investigación consumiendo bastante tiempo de sus labores diarias, dado que esta plataforma no permite contrastar fácilmente el tiempo asignado a formación para la investigación por parte de las direcciones de programa, con la producción obtenida por el docente.

Igualmente, la información de los servicios realizados por los laboratorios de investigación y las publicaciones llevadas a cabo por la editorial, no son de fácil acceso para la alta dirección dado que esta información se encuentra almacenada en los equipos de cómputo de los *stakeholders* de cada proceso. Por estos motivos y debido al tamaño organizacional alcanzado, es necesario una gestión por procesos mucho más eficaz, eficiente y dinámica, que disminuya los costos operativos, optimice los recursos y gestione indicadores de desempeño.

### 1.3. Propuesta para solucionar la problemática

Para dar solución a la problemática planteada anteriormente, este documento propone la construcción de un proyecto prototipo de AE con énfasis en procesos de negocio, para la vicerrectoría de investigación de la Universidad ECCL, con el objetivo de identificar todos los procesos clave en la gestión, fortaleciendo su productividad y competitividad, optimizando sus recursos y suministrando información clave a la unidad de gestión de I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación), para el proceso de toma de decisiones.

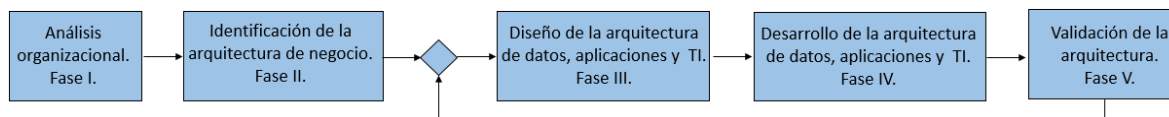
El desarrollo de este proyecto permitirá a la vicerrectoría de investigación de una IES aprovechar los beneficios y oportunidades que trae consigo la implementación de una AE al interior de una institución. Para llevar a cabo esta implementación es necesario basarse en algunos de los *frameworks* o marcos metodológicos para AE. El *framework* de AE escogido para el desarrollo de este proyecto es TOGAF, ya que facilita herramientas metodológicas que permiten conocer el estado actual de la organización, identificando problemáticas asociadas a las actividades diarias de la misma. Con base en ello, TOGAF permite el diseño de la arquitectura objetivo, en la que se tienen en cuenta las capas de negocio, datos, aplicaciones y tecnología, reestructurando los elementos necesarios para alcanzar el estado deseado, a través de las diferentes fases. Asimismo, su integración con *Archimate* permite ver con mayor detalle la interacción entre capas anteriormente mencionadas, traduciendo la complejidad empresarial a un enfoque arquitectónico que soporta los requerimientos y modelos de la empresa. De igual manera, TOGAF suministra un marco de trabajo amplio que no se rige a una idea de negocio específica determinada para una organización, como es el caso de *frameworks* que se centran en negocios de gobiernos federales (DoDAF, FEAF) [6], por el contrario aborda las diferentes problemáticas empresariales a través de su ciclo de desarrollo ADM, lo cual lo ha convertido en el *framework* de AE más utilizado según estudios de comparativos de *frameworks*, además de los análisis encontrados en revisiones sistemáticas [7] [8].

### 1.4. Metodología de desarrollo de la propuesta

Para cumplir con los objetivos propuestos del proyecto se establece una metodología compuesta de cinco fases. Cada una de las fases está basada en el framework TOGAF dadas las características y ventajas mencionadas anteriormente. Además de esto, es importante resaltar que la metodología planteada también cuenta con aspectos de

metodología del diseño basada en servicios, ya que al enfocarse en el diseño del servicio se ejecutan ciertas actividades de planificación y organización, las cuales permiten identificar dentro de un conjunto la infraestructura, las personas, los procesos, los recursos y los flujos de comunicación que existen entre los diferentes actores para la ejecución de estos. De igual manera hacer uso de la metodología centrada en servicios permite conocer la experiencia del usuario frente al servicio, debido a que la reorganización de actividades y el diseño de interfaces que componen el servicio, se realizan con base en los requerimientos del usuario. Por tal razón, es importante basarse en esta metodología, gracias al seguimiento cercano y al análisis del comportamiento del usuario con respecto a los servicios [9].

En la figura 1-1 se pueden observar las fases que componen la metodología, esta fue abstraída de la metodología propuesta en el ADM, en la que se destacan el análisis preliminar, la visión de arquitectura, la arquitectura de negocio, la de sistemas de información (datos y aplicaciones), la tecnológica y la gestión de requerimientos. Se seleccionaron estas fases dado que permiten conocer la organización a nivel de detalle necesario para diseñar el prototipo de AE. Las fases de planificación, gobierno de la implementación y gestión de cambios de la arquitectura no se tuvieron en cuenta en este trabajo, debido a que el alcance del mismo no es implantarlo sino solo validarlo bajo entornos de negocio que se encuentran en el accionar diario de la vicerrectoría de investigación.



**Figura. 1-1. Metodología de desarrollo de la propuesta.**

**Fase 1:** En esta fase se realiza un análisis organizacional con el propósito de identificar el entorno de la vicerrectoría de investigación. Para ello es necesario conocer el plan estratégico de investigación 2017 – 2021 [10] (misión, visión, objetivos) y comprender la estructura organizacional, identificando las diferentes áreas funcionales que hacen parte de la vicerrectoría. Asimismo, la revisión bibliográfica de literatura realizada en la segunda sección de este documento permite conocer el estado de este tipo de arquitectura, además del contexto donde se ha aplicado y cómo se ha desarrollado. De igual forma se lleva a

cabo un análisis de los diferentes modelos de investigación a nivel europeo, estadounidense y nacional, identificando características relevantes a tener en cuenta en el desarrollo de este proyecto.

**Fase 2:** Después de entender el contexto de la vicerrectoría, se identifican las partes interesadas y se definen los principios que rigen el desarrollo de la arquitectura. Posteriormente se construye la cadena de valor, determinando las actividades primarias y las actividades apoyo en el accionar diario de la vicerrectoría de investigación. Con base en ello, se levanta el AS – IS de la arquitectura de negocio por medio de reuniones con los funcionarios pertenecientes a las áreas funcionales de la dependencia, conociendo en detalle los servicios que estas prestan, detectando los procesos que los soportan e identificando los flujos de trabajo, formatos, trámites, tecnología instalada y el recurso humano involucrado en ellos. Esta información se encuentra condensada dentro de los escenarios de negocio, los cuales permiten identificar la problemática asociada a cada uno de estos y las necesidades a satisfacer dentro de los servicios prestados por cada área funcional. Con base a esta información se plantea la arquitectura objetivo (TO - BE) con ayuda de *Archimate*, plasmando gráficamente la interacción entre los actores, los procesos de negocio y las aplicaciones que soportan estos procesos. Contrastando el AS – IS con el TO – BE, se lleva a cabo el análisis de brechas identificando las actividades a mejorar y los proyectos a desarrollar. Posteriormente con este análisis se definen unas iniciativas de solución y se priorizan los procesos a automatizar de acuerdo con una matriz de evaluación.

**Fase 3:** Después de la priorización de procesos, se realiza el diseño de la arquitectura de datos. Para ello se parte de la arquitectura base, compuesta por los diferentes formatos que almacenan la información de los procesos de negocio. Analizando los datos almacenados en estos formatos, se definen las entidades que integran la arquitectura de datos. En seguida, haciendo uso de la herramienta *visual paradigm* se diseña el diagrama entidad relación que permite ver claramente la interacción entre estas entidades. Luego, teniendo en cuenta las entidades definidas, se establece la relación entre las entidades y los procesos de negocio, identificando que entidades soportan cada una de ellos.

Por otro lado, la arquitectura de aplicaciones se diseña haciendo uso de *Archimate*. En esta se establece la lógica de las aplicaciones, los servicios que estas proveen y los datos que administran para soportar los procesos de negocio. La arquitectura de tecnología, se define

de igual manera mediante la herramienta de *Archimate* soportando la arquitectura de datos y aplicaciones.

**Fase 4:** Con base en las arquitecturas planteadas en la fase dos y tres, y haciendo uso de la suite de BPM de Bizagi, se diseñan y se modelan los flujos de los procesos utilizando la herramienta BPMN Modeler (*Business Process Modeling Notation*), la cual permite identificar las tareas, actividades y actores del sistema. De esta forma, se definen los aspectos fundamentales del sistema, identificando el tipo de información y su relación con los procesos, que permiten alcanzar los objetivos de la dependencia y estructurar el modelo de la vicerrectoría desde el punto de vista de la información y su procesamiento. Posteriormente, se automatizan y se enlazan con la capa de datos, los procesos que han sido modelados anteriormente. Es aquí donde se diseñan las interfaces o formularios correspondientes a cada uno de estos, especificando las reglas de negocio de los procesos, definiendo sus eventos y estructurando las salidas de los mismos.

**Fase 5:** En la última fase se lleva a cabo la validación del prototipo de AE. Para ello, se simulan escenarios de negocio que permiten ejecutar los procesos de la vicerrectoría, con el fin de analizar el funcionamiento y la capacidad de respuesta de estos. Adicionalmente se aplica el ciclo de vida BPM, el cual facilita realizar ajustes y mejoras a la arquitectura desarrollada.

## 1.5. Contribuciones del desarrollo de este trabajo

Este trabajo propone un modelo gestión de investigación que combina los diferentes criterios identificados en los sistemas de información de investigación desarrollados en la comunidad europea, EEUU y en Colombia. El modelo propuesto busca gestionar y almacenar la información de investigación referente a investigadores, proyectos y productos resultados de actividades de investigación, satisfaciendo las políticas educativas definidas en la ley 30, el CNA y la política de CTel determinada por Colciencias, teniendo en cuenta alguna de las características más relevantes y que podrían apropiarse de los sistemas de información identificados en Europa y EEUU.

Tomando como base este insumo y llevando a cabo un estudio de caso en la vicerrectoría de investigación de la Universidad ECCI, se desarrolla un prototipo de AE con énfasis en

procesos de negocio que busca potenciar la gestión de investigación al interior de la institución.

Teniendo en cuenta que este modelo se diseñó con base en las características identificadas en el estado del arte (Ver capítulo 2) y en la normativa nacional, este modelo podría ser incorporado a otras instituciones de educación superior ya que las características adicionales constituyen ventaja comparativa para el manejo de los proyectos de investigación, y de la investigación en general.

## **1.6. Estructura del documento**

El documento se encuentra estructurado de la siguiente manera: en el capítulo dos se presenta el estado del arte dando un contexto general sobre la AE. En ese mismo capítulo, se revisan los modelos de gestión de investigación en Europa, Estados Unidos y Colombia, con el propósito de identificar características relevantes de éstos y proponer un marco de gestión de investigación a nivel nacional, el cual es tenido en cuenta para el desarrollo del prototipo de AE.

El tercer capítulo del documento condensa la fase preliminar de la arquitectura, llevando a cabo el análisis de la vicerrectoría de investigación bajo su plan estratégico. Posteriormente, el cuarto capítulo presenta la visión de arquitectura, analizando el contexto de la vicerrectoría, diseñando la cadena de valor y definiendo los principios de arquitectura a tener en cuenta durante el desarrollo del proyecto.

En seguida, el quinto capítulo muestra la arquitectura del negocio, estableciendo la arquitectura base y la arquitectura objetivo para realizar el análisis de brecha respectivo. Con base a este análisis, se identifican las actividades a mejorar, se presentan las iniciativas de solución y se priorizan los procesos a automatizar. El sexto capítulo sintetiza la arquitectura de datos, en él se reconocen los documentos adjuntos a cada proceso, identificando los datos que estos administran, insumo necesario para diseñar el modelo de datos. Con esta información, se diseña el diagrama entidad relación, se describe cada una de las entidades creadas, se establece la relación de las entidades con los procesos y se definen los perfiles de usuario para seguridad de la información.

El séptimo capítulo presenta la arquitectura de aplicaciones, en él se muestra con ayuda de *Archimate* la vista de comportamiento de aplicación, observando la relación entre los servicios de aplicación y los datos consumidos para dar soporte a la arquitectura de negocio. Por su parte el octavo capítulo, muestra la arquitectura de tecnología que soporta las arquitecturas desarrolladas anteriormente.

Por otro lado, el noveno capítulo condensa la hoja de ruta de la arquitectura desarrollada, visualizando rápidamente los artefactos necesarios para transitar del AS-IS al TO-BE, en una línea de tiempo. El décimo capítulo, valida el prototipo de AE ejecutando los diferentes procesos y evalúa la satisfacción de los *stakeholders* frente al sistema desarrollado. Por último, el undécimo capítulo muestra las conclusiones obtenidas con respecto al trabajo desarrollado y plantea los trabajos futuros.



## **2.Estado del arte**

En este capítulo se presenta el panorama de la AE, desde el surgimiento de la misma en el año de 1987 por Jhon Zachman, pasando por los diferentes marcos metodológicos que han aparecido con el paso del tiempo, debido a las investigaciones realizadas por profesionales en el área y necesidades específicas que impulsaron la creación de leyes y organismos destinados para este fin. Por otro lado, se realiza un estudio que permite detectar los modelos de gestión de investigación tanto a nivel nacional como internacional, encontrando que a nivel europeo existe un marco denominado CERIF, el cual especifica los criterios con que debe contar un sistema de información en investigación en Europa, llamados CRIS. Asimismo, en EEUU aparecen diferentes sistemas de información en investigación, conocidos como RIM por sus siglas en ingles. De igual manera, a nivel nacional se identifica la existencia de la política de ciencia, tecnología e innovación definida por Colciencias, la cual rige en cierta manera los sistemas de información en investigación desarrollados por las diferentes IES o centros de investigación. Por último, se comparan las características con que cuentan cada uno de estos sistemas, identificando elementos a tener en cuenta en el desarrollo del sistema de información para la vicerrectoría de investigación de la Universidad ECCI, basado en el marco metodológico de AE TOGAF.

### **2.1. Contexto general de arquitectura empresarial**

El término Arquitectura Empresarial hace referencia a una metodología que busca alinear la estrategia organizacional con los diferentes procesos, datos, aplicaciones e infraestructura tecnológica con que cuenta una empresa para alcanzar los objetivos propuestos [11]. En los últimos años, la implementación de AE ha ido creciendo al interior de las empresas como respuesta a los continuos cambios que se generan en el entorno de negocio, reduciendo la complejidad organizacional, mejorando la comunicación y direccionando la organización hacia una visión establecida [12]. Prueba de ello es que a la

hora de definir el presupuesto empresarial, gran parte de éste se fija para las TI según un estudio realizado por *Gartner*, empresa consultora y de investigación en TI [13]

Para llevar a cabo un proyecto de AE es pertinente tener en cuenta un Framework de Arquitectura Empresarial (EAF) y una Metodología de Implementación de Arquitectura Empresarial (EAIM). El objetivo de estos enfoques es apoyar la implementación de AE mediante la planificación del proyecto, el modelado de artefactos, la gestión de la implementación y el mantenimiento de la misma. La diferencia entre ellos radica en que EAF se enfoca en capturar o recolectar la información correspondiente a la idea de negocio y la tecnología con que cuenta la empresa para generar artefactos como modelos, diagramas e informes, y EAIM genera un plan específico para habilitar los artefactos, incluyendo la planificación del proyecto, el diseño, el mantenimiento y la mejora continua de los sistemas de información que soportan la idea de negocio de la organización, es decir EAIM complementa a EAF mediante una estrategia de planificación metodológica [14].

El concepto de AE surge en el 1987 por Jhon Zachman, en el artículo “*A Framework for Information Systems Architecture*” publicado en el diario de sistemas de IBM [15]. En él, el autor explica la necesidad de crear una arquitectura o una estructura lógica que permita reducir la complejidad a la hora de implementar sistemas de información, definiendo y controlando las interfaces y la integración de todos los componentes del sistema, dado que según él, el éxito del negocio y los costos asociados a este dependen en gran medida de los sistemas de información. Por tal razón, es importante una disciplina encargada de gestionar este tipo instrumentos. Sin embargo, este estudio se limita simplemente a la arquitectura, sin incluir ninguna metodología de planificación de Arquitectura Empresarial (EAIM), la cual es introducida en 1992 por Steve Spewak [16] y mejorada por el mismo en el 2006, mediante el ciclo de vida de la planificación de AE [17]. Inicialmente, la idea presentada en 1992 se consolidó y es lo que se conoce hoy en día como Zachman Framework. De igual manera surgieron diferentes metodologías propuestas por expertos en el área que combinan los conceptos de EAF y EAIM como; TOGAF, DoDAF, TEAF y FEAF.

Con respecto a lo anterior, se puede observar que existen diferentes EAIM, los cuales deben satisfacer todas las fases del ciclo de vida de AE, proveyendo y especificando un

plan para la creación y aplicación de los artefactos correspondientes [18]. En general, cada uno de ellos, debe satisfacer el concepto de transición de la Arquitectura Base (AS-IS) a la Arquitectura Objetivo (TO-BE), destacando la estructura y condición de los sistemas existentes, definiendo la prácticas, descripciones y el paso a paso del AS-IS al TO-BE [19], [20].

En el año de 1994, con base en la idea presentada por Zachman, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos dio a conocer su *Framework* de Arquitectura Técnica de Gestión de la Información (TAFIM) [21], facilitando la interoperabilidad de los sistemas y el flujo de información al interior del Departamento de Defensa, con base en los estándares técnicos y datos estipulados por la Agencia de Sistema de Información de Defensa (DISA). La idea de que una AE permitiera optimizar los procesos, además de alinearlos con las necesidades del negocio, llamó la atención del Congreso de los Estados Unidos aprobando la ley *Clinger/Cohen* en 1996, conocida también como “Reforma a la gestión de las TI”, implantando a las diferentes agencias del gobierno estadounidense instaurar una metodología con el propósito de planear, ordenar y controlar las inversiones en tecnología [22]. De esta manera las agencias del gobierno estadounidense se vieron obligadas a implementar una AE al interior de ellas. Adicionalmente, para verificar el cumplimiento de esta ley, se creó un consejo llamado *CIO – Council*, el cual se encontraba conformado por los CIO (*Chief Information Officer*) de los entes gubernamentales [23].

Este mismo consejo, en 1998 y debido a las exigencias del gobierno, mejoró el *framework* TAFIM dando origen a un nuevo marco de referencia llamado *Federal Enterprise Architecture Framework* (FEAF) que tenía como propósito organizar y promover el intercambio de información entre las agencias del gobierno federal agilizando los trámites y tiempos de respuesta [6]. Tiempo después el *CIO – Council* sería reestructurado y denominado como OMB (*Office of Management and Budget*), quien le cambiaría el nombre de FEAF a FEA (*Federal Enterprise Architecture*) [23].

Por otro lado, el *framework* TAFIM estuvo vigente hasta finales de los 90 en el Departamento de Defensa, dando paso al marco de referencia DoDAF (*Department of Defense Architecture Framework*), el cual se centra en tres vistas principales: sistemas, operaciones y estándares técnicos. Este *framework* provee una descripción para la arquitectura objetivo y una guía de reglas para su continua actualización [6], integrando los

diferentes sistemas de información, reduciendo los costos asociados a este, simplificando el diseño de la arquitectura y brindando apoyo al proceso de toma de decisiones de este ente gubernamental [24].

Debido al rápido surgimiento de frameworks en el área de AE, la Federación Internacional de Procesamiento de Información (IFIP) en conjunto con la Federación Internacional de Control Automático (IFAC), se enfocaron en desarrollar un framework de referencia que permitiera comparar, evaluar y combinar las metodologías, modelos y técnicas de los marcos de AE presentados. Como resultado de esa investigación se obtuvo GERAM (*Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology*), el cual en el año 2000 entro a formar parte del estándar internacional ISO 15740 [25].

Con base en el éxito de TAFIM, *Open Group* consorcio que provee estándares abiertos en infraestructura informática, creó el *framework* TOGAF (*The Open Group Architecture Framework*) en 1995. Actualmente se encuentra en su novena versión y es el más utilizado a nivel mundial, con base en una encuesta realizada por *Open Group* [26].

El *framework* TOGAF, se enfoca en cuatro tipos de arquitectura: negocio, datos, aplicaciones y tecnología. (Ver tabla 2-1).

**Tabla 2-1. Tipos de arquitectura [27].**

Tipo de arquitectura	Descripción
Arquitectura de Negocio.	Define la idea de negocio de la organización, identificando sus objetivos estratégicos, su estructura organizacional y sus procesos.
Arquitectura de Datos.	Contiene la estructura de datos de la organización y sus recursos de gestión de datos.
Arquitectura de Aplicaciones.	Contiene las aplicaciones del sistema y las interacciones que estas tienen con los procesos de negocio.
Arquitectura Tecnológica.	Es la infraestructura de las tecnologías de información, que soportan los servicios de negocio, datos y aplicación.

La tabla anterior describe los componentes de una AE, donde las arquitecturas de negocio y de datos soportan la estrategia de negocio, mientras que las arquitecturas de aplicaciones y tecnología soportan la gestión de las TI (Ver figura 2-1). Es de tener en cuenta que cada

una de estas arquitecturas posee una definición de los componentes a desarrollar dentro de la organización, la cual guía a los arquitectos organizacionales y tecnológicos en la definición de la arquitectura (Ver figura 2-2).

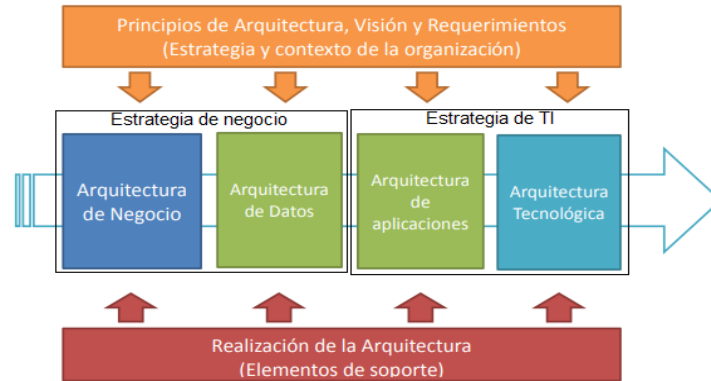


Figura. 2-1. Relación de arquitecturas [28].

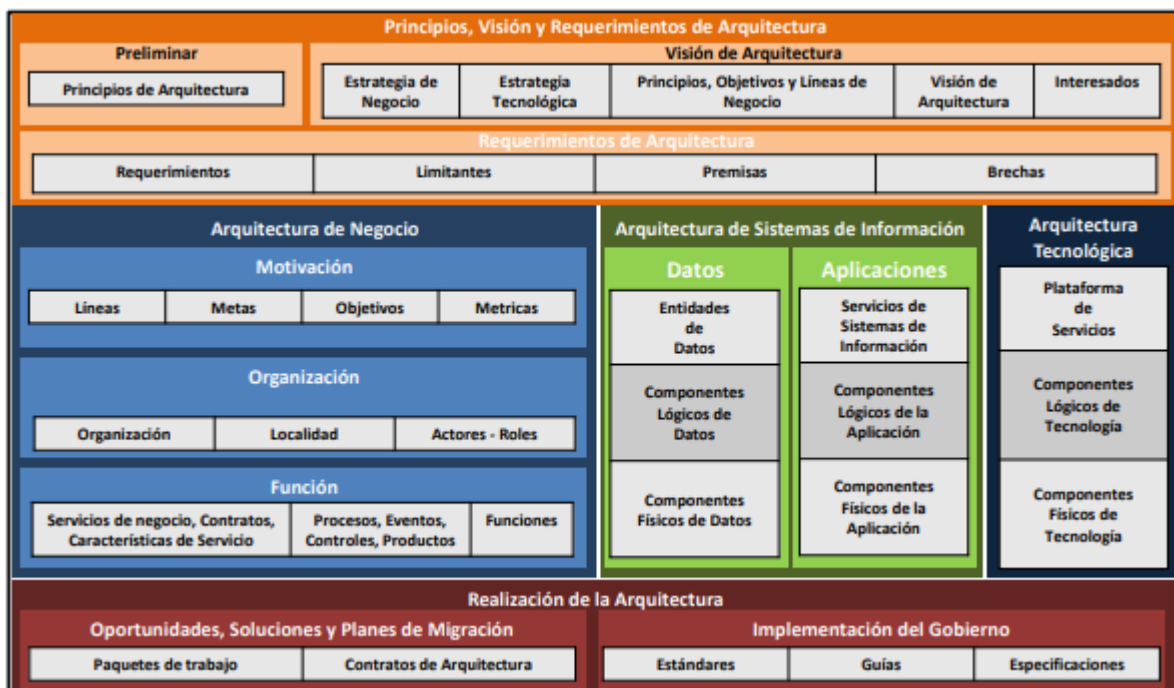


Figura. 2-2. Componentes de arquitectura [28].

Por otro lado, TOGAF se fundamenta bajo el ciclo de desarrollo ADM (*Architecture Development Method*), el cual es el resultado de contribuciones continuas de los profesionales en el área. Este método describe la manera en que se desarrolla y administra el ciclo de vida de la AE, facilitando modelos, patrones y herramientas que soportan la idea de negocio de una empresa a través de estos tipos de arquitectura. Es importante tener en

cuenta que el ADM es iterativo durante todo el proceso (Ver figura 2-3), por tal razón se debe definir; la amplitud del proyecto, el nivel de detalle y el alcance del periodo de tiempo, para limitar la ejecución del mismo. Estas decisiones se toman con respecto a la disponibilidad de recursos, competencias y el valor esperado de la arquitectura propuesta [29].

Una de las grandes ventajas de este *framework* es su flexibilidad, la cual permite ser utilizada por diferentes tipos de industrias y ser adaptada a necesidades específicas de éstas, además de ser integrada con otros marcos de arquitectura [29].

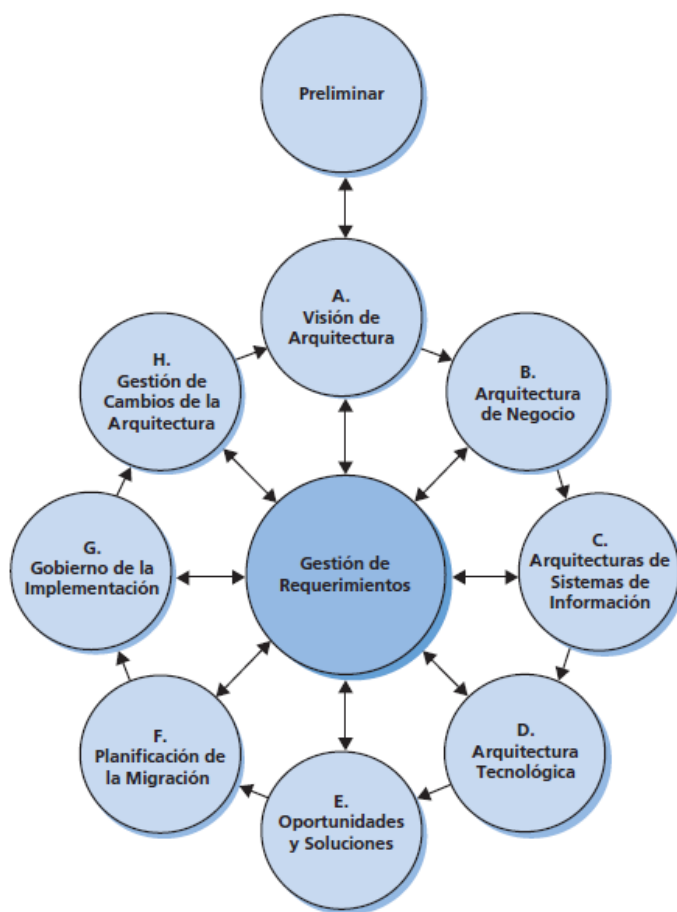


Figura. 2-3. Ciclo de Método de Desarrollo de Arquitectura ADM [30].

La figura anterior muestra la estructura básica de ADM, en cada una de estas fases se debe realizar una validación frecuente de los resultados con los requisitos estipulados, con el fin de verificar continuamente el alcance de los resultados. La tabla 2-2 describe cada una de las etapas mostradas en la figura 2-3.

Tabla 2-2. Etapas de ciclo ADM – TOGAF [31].

Etapa.	Descripción.
Gestión de requerimientos.	Se identifican los requerimientos del negocio, los cuales son insumos para cada una de las fases y se validan continuamente.
Preliminar.	Se comprende el ambiente de negocio, estableciendo el alcance y los principios de la AE.
Visión de arquitectura.	Se valida el contexto del negocio. La alta gerencia indica como debe ser la AE, afianzando limitaciones y expectativas.
Arquitectura de negocio.	Se estructura la organización, con base en el análisis de sus procesos, funciones, servicios y objetivos de negocio.
Arquitectura de sistemas de información.	Se determina la información relevante de la organización, se define los sistemas que la procesan, la interoperabilidad entre ellos, al igual que su diseño y evolución.
Arquitectura tecnológica.	Define el hardware y software que soportaran los sistemas y por ende la idea de negocio.
Oportunidades y soluciones.	Determina la prioridad para implementar los proyectos. Se realiza la planeación inicial de implementación.
Planificación de la migración.	Análisis de costo – beneficio y evaluación de los riesgos con respecto al plan de migración.
Gobierno de la implementación.	Se supervisa la arquitectura implantada y se determina limitación de los proyectos.
Gestión de cambios de la arquitectura.	Se gestiona el cambio tecnológico de la arquitectura y de las personas, ofreciendo soporte a la AE, para que el cambio tecnológico en los servicios sea flexible.

Teniendo en cuenta las etapas y características del *framework* TOGAF, en varias instituciones gubernamentales a nivel mundial se han llevado a cabo implementaciones de AE. En [32] se presenta el diseño de una red de información para el gobierno de Hulu Sungai Selatan, la cual permite el flujo de información entre todas las instituciones estatales, la construcción de esta red se realizó en base al ciclo ADM de TOGAF y a una metodología de red. Por otro lado en [33], el Ministerio de Energía y Recursos Minerales (MERM) de Indonesia desarrolló una AE utilizando TOGAF debido a que cada unidad del MERM diseñó e implementó su propia solución de TI sin considerar la integración con las demás unidades,

lo que generaba pérdida y retraso en la información del ministerio. De igual manera en Payakumbuh – Indonesia, el gobierno local busca la manera de implementar una AE para cumplir con la idea de *e-Government* exigido por el gobierno central [34]. Igualmente en [35] se pueden observar diferentes casos de estudio en donde se ha implementado esta metodología.

Asimismo, el concepto de *cloud computing* que motiva a muchas empresas a adoptar la tecnología de IaaS, PaaS y SaaS para mejorar sus servicios, ha sido tema de investigación con AE para mitigar problemas y garantizar una migración exitosa al ambiente *cloud* [36]. Con tal fin se han diseñado metodologías, buenas prácticas, estándares y artefactos integrados, que facilitan y soportan la alineación entre la idea de negocio y las TI, considerando las condiciones existentes de TI en las empresas [37]. De igual manera Oracle desarrolló su propia AE en busca de satisfacer las necesidades de sus clientes mediante un marco híbrido compuesto por TOGAF y FEA. Esta AE es denominada *Oracle Enterprise Architecture Framework* (OEAF). El OEAF se puede utilizar como complemento de otros frameworks empresariales, especialmente TOGAF y FEA. El objetivo de este *framework* consiste en aprovechar las fortalezas de los diferentes marcos anteriormente mencionados y compactarlos en uno solo, brindándole al cliente soluciones empresariales con sello Oracle [38]. Asimismo, el método de desarrollo de TOGAF ha sido utilizado en investigaciones que buscan averiguar cómo este método puede soportar el desarrollo de una arquitectura de aplicaciones, obteniendo como resultado un estándar abierto que puede ser utilizado en el *outsourcing* de desarrollo de software [39].

A nivel nacional, actualmente en Colombia, el ministerio de TIC (Tecnologías de Información y Comunicación) se encuentra liderando un proyecto de AE a nivel de estado, en busca de subsanar la descoordinación de las diferentes entidades estatales en la prestación del servicio, utilizando al ciudadano como canal de comunicación entre estas. Inicialmente esta idea surgió con la estrategia de gobierno en línea que se fundamenta bajo cuatro ejes temáticos (TIC para gobierno abierto, TIC para servicio, TIC para la gestión, seguridad y privacidad), promoviendo la calidad, seguridad y disponibilidad de la información al ciudadano, y es impulsada en el decreto 1151 expedido en el año 2008. La implementación de esta estrategia ha impactado positivamente en las entidades gubernamentales, dado que mejoró la calidad de la información y la prestación de servicios



y tramites mediante el medio electrónico [40], reduciendo al menos el 30% de su consumo de papel y aumentando la eficiencia gracias a la optimización y la implementación de en sus procesos y procedimientos [41].

Con el paso del tiempo, el estado colombiano ha enfocado parte de sus recursos en obtener un gobierno ordenado que pueda compartir información entre entidades en tiempo real, alineando las TI en beneficio de la organización y sus ciudadanos [42]. Es por esa razón que MinTIC lanzó hace unos años el marco de referencia para arquitectura empresarial buscando impulsar la implementación de AE al interior de las entidades públicas [43], facilitando la ejecución de la estrategia de gobierno en línea a través de cuatro grandes componentes como; direccionamiento estratégico, instrumentos, diseño conceptual e implementación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el marco de referencia establecido por MinTIC, no es un marco metodológico sino conceptual que debe complementarse con marcos de AE como los ya mencionados [44]. De igual manera, es pertinente destacar que la AE implantada debe estar orientada a una arquitectura basada en servicios que permita al Estado entregar servicios en línea e impulsar la interoperabilidad entre los mismos.

Uno de los casos de aplicación de AE en Colombia basado en TOGAF, es el Sistema de Información de Contratación Estatal (SICE) para la Contraloría General de Nación (CGR), encargada de centralizar la información del Catálogo Único de Bienes y Servicios (Cubs) y el Registro Único de Precios de Referencia (Rupr) para compararla e identificar los sobrecostos de los contratistas que prestaban servicios al Estado. El SICE fue un sistema de información que permitía ordenar y controlar los datos relevantes del proceso de contratación estatal, con el propósito de confrontarlas en línea y en tiempo real, garantizando la selección objetiva, la transparencia en los procesos de contratación, mejorando los procesos de planeación y compras de las entidades públicas. Los usuarios de este sistema eran los contratistas, contratantes, comunidad y órganos de control encargados de verificar el buen manejo de los recursos [45]. La implementación del sistema tuvo un costo de 42 millones de dólares. Es de notar que el sistema funcionó hasta que su capacidad instalada llegó a su tope, dejando de entregar información actualizada a los usuarios, dado que no existía ningún órgano de control dentro del CGR que liderara este proyecto [46].

Por otro lado, el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), por medio del departamento de dirección de TI, centró sus esfuerzos en el año 2010 para implementar una AE que le permitiera alcanzar sus objetivos propuestos a través de la coordinación de sus elementos y la alineación de sus procesos de negocio, esto dado a los retos que adquirió el ICFES como empresa de evaluación a nivel nacional [21].

Con base en lo anterior se observa que la AE es una herramienta que puede ser aplicada en diferentes contextos, ayudando a las organizaciones a implementar su estrategia empresarial. Por esta razón la AE se utilizará como herramienta para llevar a cabo este proyecto. El framework TOGAF es el escogido para implementar el concepto de AE, ya que dentro de su metodología permite identificar los objetivos y los *stakeholders* del negocio en los diferentes dominios de arquitectura, facilitando la identificación de riesgos y enfatizando en su mitigación. Asimismo, la flexibilidad y adaptación que ofrece la metodología ADM permite adaptar el marco a las necesidades del proyecto. Por otro lado, los diferentes modelos o puntos de vista que ofrece TOGAF, facilitan adaptar la visión de la organización a los involucrados, lo cual es vital para el proceso de transformación que requiere este entendimiento.

## **2.2. Modelos de gestión de investigación en Europa**

Ahora bien, con el ánimo de conocer y analizar los modelos de gestión de investigación en centros de investigación o IES, es necesario conocer primero estos desarrollos a nivel internacional. En la comunidad europea existe un estándar para sistemas de información en investigación denominado CERIF (*Common European Research Information Format*), el cual se desarrolló con el apoyo de la Comisión Europea (CE) en dos fases de 1987-1990 y de 1997 -1999. En el año 2002 la CE cede su cuidado del CERIF y su gestión a euroCRIS, una organización sin ánimo de lucro dedicada a la promulgación del CRIS (*Current Research Information Systems*) [47]. El CERIF es un modelo de datos que contiene información relacionada con investigadores, productos resultados de investigación (patentes, publicaciones, etc.), proyectos científicos, financiación de programas y relaciones entre estas instituciones [48].

El propósito con el que surge el CERIF es de habilitar la infraestructura electrónica de ERA (Área de Investigación Europea) a través de la estandarización, integración e intercambio

de servicios de valor agregado, además de servir como capa intermedia para compartir información entre los diferentes Estados europeos, dado que la mayoría de los Estados tienen programas de investigación que son financiados con dineros públicos. Por tal razón es necesario un control y seguimiento apropiado sobre estos, además del acceso a la información para el ente o ciudadano que lo requiera. En general, cada Estado tiene un proceso de investigación similar que involucra planificación estratégica, convocatoria de propuestas, evaluación y selección de propuestas, control y seguimiento de los resultados de los proyectos, de los recursos otorgados y explotación de los resultados obtenidos del proyecto [49]. De igual forma, es probable que el proyecto de investigación desarrollado en un país sea insumo necesario de un proyecto desarrollado en otro país, por lo tanto existe la necesidad de compartir información de investigación entre países o incluso entre diferentes entidades de financiamiento en el mismo país. La información compartida permite formar colaboraciones, encontrar socios, revisores para las propuestas de investigación, para la publicación de obras bibliográficas y facilita la transferencia del conocimiento mediante la comunicación de resultados en un contexto socioeconómico [50].

Teniendo en cuenta lo anterior es necesario la comunicación y la interoperabilidad entre los diferentes CRIS instalados en los centros de investigación o IES de la Unión Europea (UE). Es aquí donde el concepto de AE toma vital importancia en la integración de los Estados europeos, dado que facilita el desarrollo de sistemas con base en la planificación estratégica de cada Estado y la comunicación con los demás sistemas de investigación implementados en los Estados de la UE.

El modelo de datos que maneja el CERIF permite una representación en metadatos de las entidades de investigación (Proyectos, personas y organizaciones) y sus resultados (Patentes, publicaciones y productos), facilitando el acceso e intercambio de información de investigación con calidad, la transferencia de conocimiento y el apoyo a la toma de decisiones. La ventaja del marco CERIF es su arquitectura neutral, el modelo de datos puede implementarse bajo un esquema relacional, orientado a objetos o por recuperación de información, mientras que el modelo de proceso puede ser implementado con DBMS y consultas centralizadas o distribuidas [47]. Es importante tener en cuenta que el CERIF establece un marco para la gestión de la investigación en la UE, lo que implica que todas las entidades de investigación adscritas a una nación perteneciente a la UE deben basarse

en él, a la hora de implementar un CRIS, sin embargo no significa que deban satisfacer todos los parámetros estipulados en el CERIF.

Debido a lo anterior existen diferentes sistemas de información por toda Europa, desarrollados con base a el CERIF: IST World [51], SICRIS [52], CRISin [53], Pure [54], y Converis [55]. IST World es una plataforma que permite acceder a los resultados de investigación de varios países de Europa central y suroriental. SICRIS es el sistema de Eslovenia basado en CERIF, CRISin es el sistema de los centros o instituciones de investigación de Noruega, Pure y Converis son paquetes de software comerciales, que pueden configurarse y adaptarse a las necesidades de las instituciones, estos son comercializados por Elsevier y Thomson Reuters respectivamente [48].

Teniendo en cuenta estos sistemas, es pertinente destacar la implementación de un CRIS en la Universidad Libre de Bolzen – Bolzano ubicada en Bolzano, Italia. Dentro de los objetivos a cumplir con la ejecución de este proyecto se encontraba: agilizar los procesos de investigación, además de ser integrados con los sistemas que administran la información relacionada con recursos humanos, financieros, repositorio institucional BIA (Archivo Institucional de Bolzen - Bolzano) y la base de datos de publicaciones del Ministerio Italiano de Educación [56]. El sistema implementado se basó en Converis 5, satisfaciendo todo el ciclo de vida de la investigación desde la inicialización del proyecto pasando por la gestión del mismo, hasta la presentación de informes y publicación de resultados. Asimismo la universidad de Kent en Reino Unido implementó su CRIS bajo el Converis 5 potenciando la investigación al interior de la institución [57].

Por otro lado, en la Universidad Widyatama de Bandung - Indonesia, se llevó a cabo un proyecto de AE, dado que esta contaba con una infraestructura de TI que gestionaba por independiente los procesos de sus diferentes dependencias, lo cual no permitía abordar las soluciones a las necesidades cambiantes de este entorno empresarial, contribuyendo a una carga de trabajo innecesaria para los directivos. Con base en ello se realizó una Planificación Estratégica de Sistemas de Información (PESI), teniendo en cuenta la TI instalada, utilizando el marco ADM de TOGAF, e interactuando con los *stakeholders* del proceso para identificar las principales necesidades que los sistemas deberían abordar. Como resultado se obtuvo un modelo con base a las nueve áreas funcionales, desarrollando seis aplicaciones que soportan el plan estratégico de la universidad,

facilitando el desarrollo de sus actividades diarias y potenciando la calidad de sus procesos en educación, investigación y proyección social [58]. En definitiva el núcleo central de CERIF (Ver figura 2-4), se encuentra implementado en diferentes sistema de información en investigación en el continente Europeo.

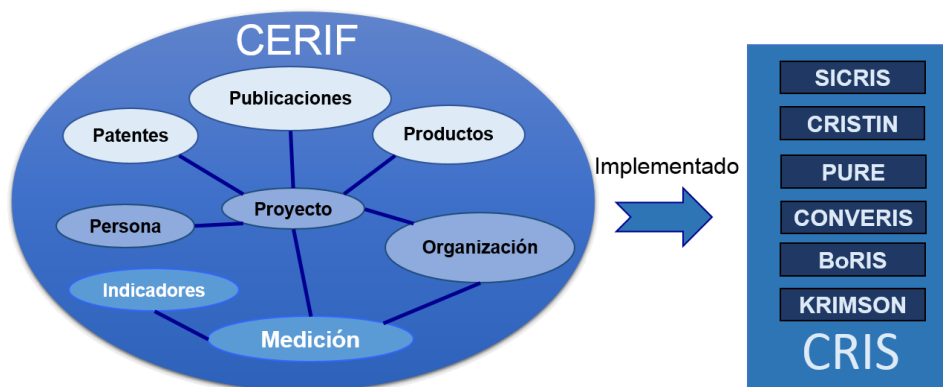


Figura. 2-4. Marco CERIF implementado en CRIS.

Observando las características o componentes que contienen cada uno los CRIS desarrollados en la UE con base al CERIF, en la tabla 2-3 se realiza una comparación entre los diferentes sistemas de información con el propósito de detectar los componentes en común que conforman este tipo de sistemas. Para ello, se tienen en cuenta los módulos más relevantes sugeridas por el CERIF [49]:

- **Organizaciones (A1):** Este módulo contiene información referente a centros de investigación o instituciones que llevan a cabo proyectos de investigación con financiación estatal. En él se puede encontrar el nombre de la organización, información de contacto, listado de grupos de investigación, de investigadores, de proyectos, el número de empleados, etc. Este módulo es utilizado por las entidades estatales para realizar seguimiento y control de los recursos.
- **Grupos de investigación (A2):** Esta sección contiene información referente al nombre, área de investigación, integrantes, información de contacto, planeación o actividades de investigación, y el listado de proyectos realizados o en curso.
- **Investigadores (A3):** Este módulo administra la información de los investigadores. En él se encuentran campos referentes a los datos básicos, información de contacto,

empleo anterior, proyectos de investigación en los que ha participado, su área de investigación, la experiencia en ella y la producción de actividades de investigación significativa.

- **Proyectos (A4):** Contiene el listado de proyectos de la institución. En el módulo se encuentra información de la identificación del proyecto, los recursos de financiación, el jefe del proyecto y los co-investigadores, una persona de contacto, entidad financiadora, grupo de investigación al cual pertenece, contenido del proyecto (resumen, objetivos, resultados). Algunos sistemas manejan un enlace a una página web para brindar más información del proyecto.
- **Resultados (A5):** Administra la información referente a los productos resultados de los proyectos de investigación (patente, publicación, desarrollo tecnológico). Este módulo, en la mayoría de los casos tiene conexión con las bases bibliográficas en el caso de artículos, y con los repositorios institucionales para dejar evidencia de la producción alcanzada.
- **Idiomas (A6):** Esta característica permite al sistema de información eliminar la barrera del idioma y compartir la información de investigación a diferentes países de la UE, para propiciar la colaboración entre ellos.
- **Conectividad con sistemas de información de la misma institución (A7):** En el caso de los sistemas de información de investigación de las IES, conectarse con el sistema de recursos humanos, del departamento financiero, etc., disminuye la duplicidad de la información y agiliza los trámites a llevar a cabo entre las diferentes dependencias, en el desarrollo de un proyecto de investigación.
- **Conectividad con sistemas de información interinstitucionales (A8):** Esta característica facilita a las entidades estatales realizar control y seguimiento sobre el avance de ciencia y tecnología en la nación. De igual forma, facilita administrar los recursos públicos para el desarrollo de proyectos de investigación y la transferencia de resultados que impacta en la economía de la sociedad.

- **Gestión de indicadores (A9):** Mediante la generación de informes, reportes e indicadores el sistema apoya el proceso de toma de decisiones.

**Tabla 2-3. Evaluación de características de los sistemas de información de investigación UE.**

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
SICRIS [59].	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
CRISTIN [60].	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
PURE [61].	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Converis [55].	X	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
SI Bandung [58].	X	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓
BoRIS [56].	X	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
KRIMSON [57].	X	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓

De la tabla anterior se puede observar que la mayoría de los CRIS desarrollados por diferentes instituciones, tales como SI Bandung, BoRIS y KRIMSON cumplen con varios componentes establecidos por el CERIF (estos se encuentran representados por el símbolo ✓). Cabe destacar que el desarrollo/implementación de cada uno de estas características depende específicamente de las necesidades de cada institución. En general, la gestión de la información de los investigadores, proyectos y resultados de investigación es vital para el funcionamiento de estos sistemas, dado que a partir de estos, surgen los diferentes indicadores como; inversión en investigación, número de proyectos financiados, artículos publicados, etc..., que apoyan el proceso de la toma de decisiones.

A pesar de que los CRIS desarrollados con base al CERIF promueven el flujo de información entre diferentes entidades o naciones, en la reunión de miembros de euroCRIS llevada a cabo en mayo de 2017 en Dublín, se enfatizó sobre la importancia de mejorar la visibilidad de los CRIS con otras instituciones para que no existan proyectos de investigación unilaterales o paralelos que intenten resolver lo que ya está resuelto. Al mismo tiempo se estableció que los investigadores deben mejorar el manejo de sus datos para hacerlos más accesibles y usables. Por último, se hizo énfasis en que los CRIS deben tener una comunicación constante con los repositorios institucionales tales como BIA de la Universidad de Bolzen – Bolzano [56], E-Library de la Universidad Widyatama de Bandung [58] y el repositorio académico de Kent (E-Prints) [57], garantizando que la información este actualizada y permita a los investigadores, estudiantes y personas externas, conocer los avances científicos o desarrollos tecnológicos sobre un tema particular, también facilitar la transferencia de conocimiento, además de hacer un aporte significativo al desarrollo económico de la sociedad [62].

## **2.3. Modelos de gestión de investigación en Estados Unidos**

En Estados Unidos existen diferentes agencias federales que se dedican principalmente a la investigación y desarrollo siendo las responsables de llevar a cabo la política científica de este país. Una de estas agencias es el Departamento de Agricultura (USDA), el cual utiliza un CRIS denominado REEIS (Sistema de Información de Investigación, Educación y Economía), encargado de gestionar información sobre los programas, proyectos y actividades de investigación, educación y extensión, facilitando un acceso rápido a la información para mantener al Estado, investigadores o personas interesadas al tanto de los últimos avances en investigación, educación agrícola y forestal. Asimismo, permite planificar actividades futuras evitando la duplicación del trabajo financiado con fondos públicos y estableciendo contactos valiosos dentro de la misma comunidad científica [63].

La información almacenada en este sistema se estructura por unidades de trabajo, las cuales se asemejan a los proyectos de investigación o en algunas ocasiones pueden llegar a ser fases de un proyecto macro. Cada una de estas unidades incluye información sobre lo que se está haciendo, personas a cargo, donde se lleva a cabo, el tiempo de ejecución, el progreso logrado, el impacto esperado y las publicaciones producidas. Además de esto, es importante destacar que con el REEIS interactúan diferentes instituciones que conforman el USDA, dentro de las que se encuentran el Servicio de Investigaciones Agropecuarias (ARS), el Instituto Nacional de Alimentación y Agricultura (NIFA), el Servicio de Investigación Económica (ERS) y el Servicio Forestal (USFS) [64], [65].

Por otro lado en la universidad de Yale ubicada en New Haven – Estados Unidos, se encuentra un sistema de información de investigación denominado IRES (Solución Empresarial de Investigación Integrada), diseñado para facilitar el seguimiento de los datos previos a la adjudicación de un proyecto y ayudar a los investigadores o personas interesadas a participar en convocatorias de proyectos de investigación mediante la presentación de propuestas y aprobación de estas. El sistema se caracteriza por tener un módulo de seguimiento a propuestas que captura y almacena la información referente a estas, sirviendo como fuente principal de la Oficina de Administración de Subvenciones y Contratos, Unidades de Cumplimiento y Departamentos, para conocer los proyectos financiados por la universidad de Yale [66].



Asimismo, este sistema se enfoca en minimizar el conflicto de intereses que se pueden llegar a generar por investigaciones financiadas en diferentes facultades o empresas, debido a que establece la relación financiera entre las entidades participantes en un proyecto de investigación a través del módulo de conflicto de intereses, soportado por la Oficina de Conflicto de Intereses encargada de gestionar esta información. De igual forma, el sistema permite crear y enviar propuestas electrónicamente a la Oficina de Administración de Subvenciones, mediante el módulo de desarrollo de propuestas, toda la información de dicho proyecto, la cual es ingresada y almacenada en el sistema de seguimiento a propuestas para su revisión y aprobación. Otra característica a tener en cuenta del IRES es que ofrece informes, brindando información de proyectos financiados a jefes de departamentos, profesores, investigadores y coordinadores. En definitiva, la solución permite tanto a investigadores, profesores, estudiantes, personal administrativo universitario y de empresas participar en convocatorias de proyectos de investigación, gestionando la información previa a la presentación de proyectos, incluidos los presupuestos, los requisitos de cumplimiento normativo, la aprobación del mismo y la solución de conflicto de intereses [66].

En la Universidad de Columbia, ubicada en Nueva York, existen diversos sistemas que permiten llevar a cabo los procesos de investigación tanto a nivel interno como externo. Esta universidad presenta interconexión con otros sistemas estatales como por ejemplo el NSF FastLine, que es el sistema de becas de la Fundación Nacional de Ciencia de EEUU, así como el NHI REPORTER, que es el sistema de información del Instituto Nacional de Salud de EEUU, el cual permite identificar temas de investigación financiados, al igual que los proyectos y los investigadores que se encuentran desarrollándolos [67].

De igual manera, la Universidad de Columbia cuenta con el sistema de información RASCAL que es un aplicativo basado en web, desarrollado para verificar el cumplimiento de los objetivos y de los procesos administrativos de investigación de la universidad. Está diseñado para ayudar a los investigadores y administradores a gestionar los proyectos de investigación en curso y las actividades de cumplimiento relacionados con estos [68]. También presenta interconexión con el sistema ARCO, que es el sistema financiero de dicha universidad, facilitando la presentación de informes de presupuesto relacionados con los proyectos en curso [67].

Otra institución a tener en cuenta es la universidad de Duke, ubicada en el estado de Carolina del Norte. Esta institución utiliza un RIM (*Research Information Management*) que es un sistema equivalente al CRIS. El RIM utilizado por esta universidad es desarrollado por *Symplectic Elements* y permite integrarse con los perfiles de los investigadores en la plataforma VIVO y con el repositorio institucional DukeSpace de la universidad [69]. La interoperabilidad de este sistema de información con fuentes internas y externas permite reducir la carga administrativa de los investigadores, centrando su tiempo en actividades de investigación. Adicionalmente, el sistema cuenta con un módulo de evaluación que facilita realizar revisiones de las actividades de investigación o el resultado de los mismos, generando informes a la medida, permitiéndole a la universidad o entes evaluadores conocer el estado financiero de un proyecto y la producción asociada a éste. Otra característica a resaltar es el módulo de impacto con el que cuenta el sistema, ya que a instituciones como la NIH (*National Institutes of Health*), que financian proyectos, les interesa conocer no solo el impacto académico de la investigación, sino también el impacto social de la misma. Por esta razón, el sistema cuenta con este módulo que permite almacenar evidencia registrada en documentos, enlaces de páginas de web o descripciones narrativas sobre el impacto, mostrando evidencia de manera cualitativa y no cuantitativa [70]. De igual manera, es importante destacar que existe una empresa de tecnología a nivel internacional denominada *Digital Science* [71], la cual provee softwares comerciales tales como *Figshare*, *Almetric Symplectic* y *Dimensions* para satisfacer las necesidades de las comunidades científicas a lo largo de todo el ciclo de investigación, logrando que los procesos sean más abiertas, eficientes y eficaces [72].

En general, la gestión de investigación en Norte América y particularmente en EEUU, poco usa el termino CRIS para referirse a un sistema de información de investigación, sin embargo, aparecen diferentes términos que tienen relación con este, como *Research Networking System* (RNS), *Research Profiling System* (RPS), *Faculty Activity Reporting* (FAR) o el más utilizado, RIM. Dentro de las módulos del RIM se pueden destacar los siguientes [73]:

- **Revisión anual del progreso académico (B1):** Estos sistemas permiten recopilar y administran información sobre investigación, becas, enseñanzas y

tutorías, hacen referencia a los FAR y son utilizados por los sistemas UA Vitae en la Universidad de Arizona [74] o eFARS en Virginia Tech [75].

- **Perfil de investigador (B2):** Son directorios en que se comparte la información del investigador, algunos son localmente restringidos y otros funcionan como portales públicos, apoyando el desarrollo de redes especializadas de conocimiento, como es el caso de los portales Scholars TAMU de la Universidad de Texas [76] y Experts Syracuse de Syracuse University [77]. De igual manera, la información agregada puede ser reutilizada por los investigadores, como es el caso del RIM de la Universidad de Duke, el cual si el investigador lo desea puede permitir que un widget personalizable actualice dinámicamente su perfil. Adicionalmente, el sistema permite generar hojas de vida a partir de la información registrada en el sistema [78].
- **Repositorio de publicaciones (B3):** Estos sistemas apoyan cada vez más el depósito de acceso abierto, facilitando mediante flujos de trabajo el almacenamiento de la producción científica obtenida por los investigadores, mediante la conexión con otros sistemas de información como repositorios nacionales o institucionales.
- **Generación de reportes (B4):** Los metadatos almacenados en el sistema pueden ser utilizados para la generación de reportes, insumo necesario para la planeación y toma de decisiones. Asimismo, estos datos son utilizados para la acreditación de programas estrategia utilizada por la Universidad de Arizona mediante su sistema UA Vitae [74].
- **Evaluación de impacto (B5):** Dependiendo de los requisitos regionales o de las entidades que financien los proyectos de investigación se hace necesario evaluar el impacto social de la investigación, con el propósito de conocer las comunidades beneficiadas y la problemática abordada, por este motivo la universidad de Duke cuenta con este módulo dentro de su sistema de información.

En conclusión, el RIM beneficia a las IES o centros de investigación tanto por su eficiencia como por su eficacia, proporcionando un deposito central de información sobre las

actividades académicas y de investigación de estas instituciones, del cual se puede conocer la producción científica, mostrar la áreas y proyectos de investigación financiados y realizar un análisis que permita tomar decisiones con base a los datos e indicadores que suministra el sistema [79]. Por otro parte, dentro de este tipo de sistemas es importante destacar el módulo de evaluación de impacto que permite conocer la transferencia de los productos resultados de investigación dentro de una comunidad o un entorno determinado, ya que para algunas instituciones a la hora de financiar un proyecto de investigación no es suficiente la productividad académica sino también el beneficio económico o social que deje este para una comunidad. Asimismo, es pertinente resaltar la característica de interoperabilidad de estos sistemas con otros por medio de API's, como lo hace por el ejemplo el sistema *Figshare* (Ver figura 2-5), en la que se muestra; la capa de presentación, las funciones básicas de acceso, la personalización de la capa de negocio en cuanto búsqueda, almacenamiento de documentos, notificaciones, etc. Por otro lado, la arquitectura de API permite a *Figshare* conectarse y utilizar las infraestructuras y normas institucionales existentes, como los repositorios institucionales, el almacenamiento en nube y la comunicación con otros sistemas de información [80].

Es de tener en cuenta que dentro de la literatura revisada no se encuentra una política establecida en los EEUU para la implementación de los RIM, como lo es el CERIF con los CRIS en Europa [73]. Por el contrario, las instituciones que desean implantar este tipo de sistema lo hacen de acuerdo a sus necesidades y en busca de lograr gestionar de una u otra manera la información referente a investigación.

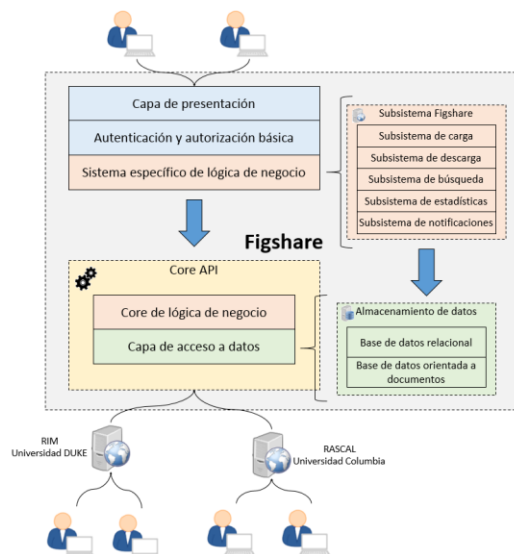


Figura. 2-5. Arquitectura del sistema Figshare [80].

## 2.4. Modelos de gestión de investigación en Colombia

En Colombia, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), es el encargado de promover las políticas públicas que fomentan la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) en el país. La política nacional de CTel busca incrementar la capacidad del país en identificar, producir, difundir, usar el conocimiento científico y tecnológico, con el propósito de mejorar la competitividad y contribuir a la transformación productiva del país. Las estrategias, los objetivos específicos y las actividades que permiten plasmar cada estrategia se resumen en la tabla 2-4. La implementación de estas estrategias debe permitir la coordinación de acciones al interior de las instituciones que asignan recursos a Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) [81].

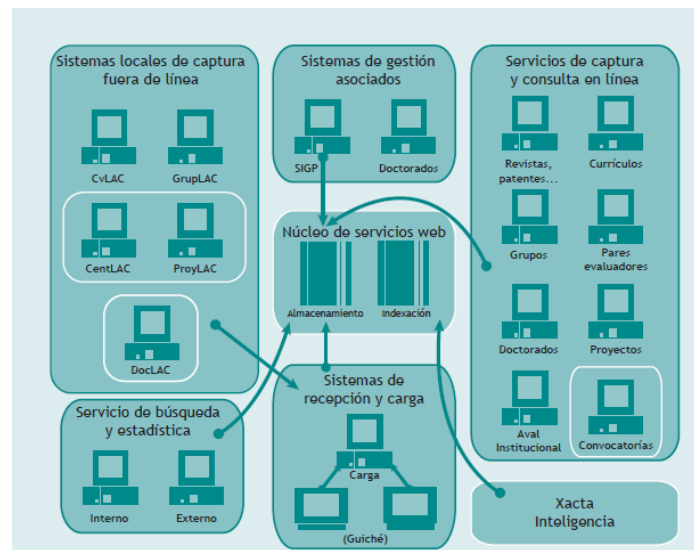
Tabla 2-4. Política nacional de CTel [81].

Estrategia	Objetivo específico	Actividades
1. Fomentar la innovación en los sistemas productivos.	Desarrollar y promover un portafolio de incentivos para la innovación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Financiar proyectos que contengan componentes de vigilancia tecnológica.</li> <li>Consultoría tecnológica que apoye a las empresas en procesos de búsqueda, negociación, adquisición y transferencia de tecnología.</li> <li>Involucrar inversionistas privados.</li> <li>Convocatorias públicas o de cualquier otro mecanismo para la cofinanciación de proyectos o programas.</li> <li>Aplicar la transferencia de tecnología.</li> </ul>
	Promover la creación y fortalecimiento de unidades en investigación aplicada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de brechas tecnológicas.</li> <li>Desarrollo de proyectos de investigación aplicada.</li> <li>Formación doctoral de estudiantes.</li> <li>Afianzar vínculos entre universidades y empresas.</li> </ul>
	Formar líderes para la innovación empresarial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión y formulación del sistema nacional de incubación de empresas.</li> </ul>

Estrategia	Objetivo específico	Actividades
	que promueva la implementación de soluciones innovadoras a problemas de competitividad y productividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Financiación de planes de negocio para la creación de empresas.</li> <li>Encuentros entre empresarios e inversionistas.</li> <li>Apoyar emprendimiento en las universidades.</li> </ul>
	Consolidar el sistema de propiedad intelectual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Divulgación de derechos de propiedad intelectual.</li> <li>Protección y explotación de los resultados de investigación.</li> </ul>
<b>2. Consolidar la institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.</b>	Incrementar y asegurar los recursos públicos para investigación e innovación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar convenios entre instituciones de nivel internacional o nacional para apalancar recursos.</li> <li>Mecanismos de articulación de I+D – Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación.</li> </ul>
	Desarrollar mercado de servicios científicos y tecnológicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transferencia de tecnología.</li> <li>Ruedas de negocio entre investigadores y empresas.</li> </ul>
	<b>Fortalecer los sistemas de información y estadísticos de CTel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Desarrollo del sistema nacional de información de CTel.</b></li> <li><b>Fortalecer el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología para la producción de indicadores que permitan tomar decisiones.</b></li> <li><b>Actividades sistemáticas de seguimiento de la política y sus instrumentos de implementación.</b></li> </ul>
<b>3. Fortalecer la formación del recurso humano para la investigación y la innovación.</b>	Desarrollar competencias científicas desde la educación básica y media.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de competencias científicas y tecnológicas en las instituciones educativas.</li> <li>Desarrollo profesional del docente.</li> <li>Promover escenarios de innovación con herramientas didácticas y espacios de aprendizaje.</li> <li>Evaluación de las competencias científicas y tecnológicas.</li> </ul>
	Priorizar el fortalecimiento de la capacidad investigativa en las IES.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboración de lineamientos que fomenten la investigación y la formación de investigadores.</li> <li>Desarrollo de fondos concursables para el mejoramiento de la calidad.</li> <li>Apoyo a los semilleros de investigación y jóvenes investigadores.</li> <li>Convocatorias para incentivar la cualificación y creación de programas de maestría y doctorado.</li> <li>Fomento a la formación de alto nivel.</li> <li>Formulación de una política de gestión de la investigación.</li> </ul>
	Fortalecimiento de la formación técnica y tecnológica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acceso a jóvenes desde distintas regiones a programas técnicos y tecnológicos.</li> <li>Organización por ciclos para promover articulación entre los diferentes niveles de formación y el mercado.</li> <li>Cualificación y fortalecimiento de la oferta de educación técnica y tecnológica.</li> </ul>
	Formación de docentes e investigadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formación de jóvenes investigadores e innovadores.</li> <li>Fomentar convenios institucionales y programas nacionales e internacionales.</li> <li>Apoyo al desarrollo de tesis doctorales.</li> </ul>
<b>4. Promover la apropiación social del conocimiento.</b>	Generar acciones dirigidas a comunidades específicas para aumentar la participación ciudadana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover divulgación de procesos de investigación e innovación.</li> <li>Promover alianzas estratégicas en medios masivos de comunicación y escenarios culturales del país.</li> </ul>

Estrategia	Objetivo específico	Actividades
	en temas científicos y tecnológicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir líneas editoriales en ciencia, tecnología e innovación.</li> <li>Apoyar proyectos que promuevan los espacios interactivos entre comunidades e instituciones.</li> <li>Crear un sistema de seguimiento y evaluación de apropiación social.</li> </ul>
5. Focalizar la acción pública en áreas estratégicas.	Financiación de proyectos de investigación y programas de formación de alto nivel.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Convocatorias en proyectos de investigación e innovación en áreas estratégicas.</li> <li>Seguimiento y evaluación de proyectos financiados.</li> <li>Convocatoria para financiar estudios de doctorado o maestría en Colombia o en el exterior.</li> </ul>
6. Desarrollar y fortalecer capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación.	Fortalecer las capacidades regionales para la generación, gestión y uso del conocimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apoyar el diseño y desarrollo de instrumentos regionales de financiación en actividades de CTel.</li> <li>Fomentar programas de investigación e innovación con vocación regional.</li> </ul>
	Apoyar la investigación en instituciones educativas de básica, media, superior y centros de investigación y desarrollo tecnológico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apoyo financiero a la adquisición de equipos robustos.</li> <li>Fomentar las alianzas de grupos de investigación.</li> </ul>

Teniendo en cuenta la segunda estrategia de la política nacional de CTel, Colciencias ha desarrollado una AE que se encuentra implementada en la plataforma SCIENTI, con sus diferentes módulos relacionados entre sí. Es de destacar que esta plataforma funciona como una bodega de datos, ya que permite registrar información respectiva a investigadores, grupos de investigación, instituciones, etc., y de igual forma facilita consultar la información registrada a través de servicios de búsqueda y estadística (Ver figura 2-6). Inicialmente esta plataforma fue lanzada en el año 2002 con base en el CvLAC brasilero. Debido a las necesidades y exigencias del entorno colombiano, fue sumando otros módulos que permitieran controlar y administrar la información con respecto a la investigación llevada a cabo por las IES y los centros de investigación en Colombia.



**Figura. 2-6. Plataforma SCIENTI Colciencias [82].**

El objetivo primordial de esta plataforma es difundir el conocimiento en CTel que poseen y producen las instituciones nacionales en busca de un desarrollo económico, social y tecnológico. El desarrollo de esta plataforma tiene un propósito similar a los CRIS implantados en las instituciones estatales europeas, dado que condensa toda la información a las actividades referentes a investigación, desarrollo tecnológico e innovación que se llevan a cabo en el país, pero presenta una debilidad al no existir interoperabilidad con los sistemas de información de investigación implementados en las instituciones nacionales, impactando en la replicación de información. Por otro lado, la plataforma SCIENTI se encuentra soportada bajo una arquitectura tecnológica que satisface las necesidades de las capas de datos y aplicaciones, en donde se ubican diferentes herramientas o subsistemas que facilitan el registro y consulta de información por parte de investigadores, IES e instituciones estatales como el MEN y el CNA para la acreditación de programas académicos. De igual manera, la plataforma permite hacer seguimiento cuantitativo de dónde, quiénes y en qué temáticas se está haciendo investigación en Colombia y es parte fundamental de los procesos de convocatorias de la entidad, en la medida en que es un prerequisite estar registrado para acceder a las fuentes de financiación. (Ver tabla 2-5) [82].



Tabla 2-5. Subsistemas plataforma SCIENTI Colciencias [82].

Subsistema	Descripción
CvLAC.	Espacio en el que se registra la información correspondiente a la producción intelectual de cada investigador.
GrupLAC.	El modulo permite vincular la producción de cada investigador registrada en el CvLAC, al grupo de investigación de determinada institución.
InstituLAC.	Espacio en que la institución certifica y avala la producción registrada en el aplicativo GrupLAC.
DocLAC.	Directorio de programas doctorales a los cuales se accede mediante una convocatoria realizada por Colciencias. Se comunica con los módulos antes mencionados.
Créditos condonables.	Modulo en que se registra la información correspondiente a aspirantes en formación de postgrado.
Jóvenes investigadores.	Se encuentra toda la información correspondiente a los jóvenes financiados por Colciencias para desarrollar actividades de investigación.

En el caso de las IES en Colombia, la Corporación Universitaria Rafael Núñez (CURN) implementó una AE con base al plan estratégico de tecnología de esta institución [83]. Para ello desarrolló un conjunto de aplicaciones que soportan los procesos académicos, administrativos y facultan la toma de decisiones de la CURN de una forma rápida y efectiva, de acuerdo a las oportunidades que presenta el sector. El diseño de la AE se logró analizando la estructura organizacional, el estado de la empresa, su infraestructura de TI y sus canales de comunicación. Como resultado de ello se propuso una arquitectura compuesta de cinco niveles. En el primer nivel se identificaron los usuarios internos de la IES; administrativos, docentes, estudiantes y sus intereses respecto al sistema. En el segundo nivel se encuentra la arquitectura de aplicaciones, la cual interactúa con el tercer nivel donde reposa la arquitectura de procesos. En este nivel aparece el modelado de los procesos. Para ello se identificaron los procesos, detectando cuáles de estos se ejecutaban de manera manual y cuáles de forma automática, teniendo en cuenta las decisiones que se tomaban en el desarrollo de los mismos. En el cuarto nivel, aparecen los servicios web que brindan soporte a los procesos y en el quinto nivel la capa tecnológica que almacena los datos y soporta el desarrollo de la capa de aplicaciones y procesos [84].

Es de tener en cuenta que esta arquitectura propuesta parte de lo particular a lo general, identificando los elementos necesarios para llevar acabo el desarrollo de un proyecto de este tipo [84]. De igual manera, se debe destacar que la AE implantada en la CURN es enfocada a procesos, dado que involucra a los diferentes usuarios de los procesos misionales, garantizando la confiabilidad de la información y generando indicadores claves de desempeño como son la información demográfica de los estudiantes, semilleros de investigación, trabajos de grado, actividades culturales, prácticas profesionales, etc..., que facilitan medir, controlar, analizar la gestión y la eficacia de los procesos establecidos.

Asimismo, la Universidad de Antioquia ha desarrollado una AE compuesta por diferentes módulos y aplicaciones que soportan la ejecución de los procesos misionales de la universidad. Dentro de esta arquitectura se permite la interoperabilidad de los sistemas de información como: matrícula y registro sistematizado, presupuesto, personal, facturación y cartera, comercial, banco universitario de programas y proyectos y el SIIU (Sistema de Información para la Investigación Universitaria). De esta manera la universidad disminuye los tiempos de gestión y articulación de la información, facilitando el acceso a la información en tiempo real y centralizándola para mayor facilidad, cuando un usuario la requiera o un ente de control la solicite [85].

Por su parte la Universidad Nacional de Colombia cuenta con un sistema de información de investigación llamado HERMES. Dentro de éste se gestionan todos los procesos relacionados con investigación, extensión y laboratorios. Los módulos con los que cuenta el sistema son: gestión de convocatorias, gestión de avales institucionales, gestión de proyectos convenios y contratos, laboratorios e infraestructura, apoyo a la gestión tecnológica, apoyo a la editorial UN, portafolio SIUN, gestión de indicadores, soporte y socialización [86]. Cabe añadir que el sistema ha tenido varias modificaciones desde su creación en el año 2005. Inicialmente se desarrolló para administrar todos los proyectos de investigación de la universidad donde el director del proyecto ingresaba al sistema, lo creaba y asignaba roles. Posteriormente éste fue modificado con el objetivo de tener cobertura nacional en todas sus sedes, agregando módulos que permiten cubrir las actividades de extensión de la universidad. Adicionalmente el sistema cuenta con integraciones desarrolladas que facilitan la comunicación con los sistemas administrativos

y financieros de la misma IES, obteniendo así información de su planta docente, administrativa y estudiantil, recursos necesarios para el desarrollo de la investigación [86]. También es importante destacar que en la plataforma del sistema se encuentran instructivos y una sección de preguntas frecuentes que dan respuesta rápida a las inquietudes generadas entorno al manejo del mismo.

Con el ánimo de comparar y conocer cómo estas IES implementan, a partir de su autonomía universitaria, las estrategias y actividades estipuladas en la política de CTel, en la tabla 2-7 se muestra un análisis que permite detectar cómo los sistemas de información de investigación ayudan a las instituciones a implementar esta política. De las actividades listadas en la tabla 2-4, se seleccionan las más relevantes dada su relación con procesos de investigación y se etiquetan en la tabla 2-6 para facilitar el análisis posterior. Estas instituciones fueron seleccionadas para el análisis, dado que la Universidad Nacional y la Universidad de Antioquia son universidades que cuentan con reconocimiento a nivel nacional en el área de investigación. Por otro lado la CURÑ se tuvo en cuenta debido a su plan estratégico de tecnología desarrollado en toda la institución para gestionar la información en los diferentes procesos académicos y administrativos.

**Tabla 2-6. Actividades de la política de CTel.**

<b>ACTI</b>	<b>Actividades</b>
1	Financiar proyectos que contengan componentes de vigilancia tecnológica.
2	Consultoría tecnológica que apoye a las empresas en procesos de búsqueda, negociación, adquisición y transferencia de tecnología.
3	Involucrar inversionistas privados.
4	Convocatorias públicas o de cualquier otro mecanismo para la cofinanciación de proyectos o programas.
5	Aplicar la transferencia de tecnología.
6	Desarrollo de proyectos de investigación aplicada.
7	Afianzar vínculos entre universidades y empresas.
8	Financiación de planes de negocio para la creación de empresas.
9	Divulgación de derechos de propiedad intelectual.
10	Protección y explotación de los resultados de investigación.
11	Realizar convenios entre instituciones de nivel internacional o nacional para apalancar recursos.
12	Mecanismos de articulación de I+D – Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación.
13	Transferencia de tecnología.
14	Actividades sistemáticas de seguimiento de la política y sus instrumentos de implementación.
15	Desarrollo de competencias científicas y tecnológicas en las instituciones educativas.
16	Elaboración de lineamientos que fomenten la investigación y la formación de investigadores.
17	Apoyo a los semilleros de investigación y jóvenes investigadores.
18	Fomentar convenios institucionales y programas nacionales e internacionales.
19	Promover divulgación de procesos de investigación e innovación.
20	Definir líneas editoriales en ciencia, tecnología e innovación.
21	Apoyar proyectos que promuevan los espacios interactivos entre comunidades e instituciones.
22	Convocatorias en proyectos de investigación e innovación en áreas estratégicas.
23	Seguimiento y evaluación de proyectos financiados.

ACTI	Actividades
24	Fomentar programas de investigación e innovación con vocación regional.
25	Apoyo financiero a la adquisición de equipos robustos.
26	Fomentar las alianzas de grupos de investigación.

Tabla 2-7. Relación de actividades de la política de CTel con los sistemas de información de las IES.

ACTI	IES		
	Corporación Universitaria Rafael Núñez [83], [84].	Universidad de Antioquia. SIU [85].	Universidad Nacional. HERMES [86], [87].
1	Gestión de investigación estricta.	Registro y administración de proyectos.	Gestión de convocatorias.
2	Gestión de investigación estricta.	X	Gestión de proyectos convenios y contratos.
3	Gestión de investigación estricta.	Registro y administración de proyectos.	Gestión de proyectos convenios y contratos.
4	Gestión de investigación estricta.	Matricula de proyectos en convocatorias y fondos.	Gestión de proyectos convenios y contratos.
5	Gestión de productos de investigación.	X	Apoyo a la gestión tecnológica.
6	Gestión de investigación estricta.	Registro y administración de proyectos.	Gestión de proyectos convenios y contratos.
7	X	X	Gestión de avales institucionales.
8	X	X	X
9	Gestión de productos de investigación.	X	Apoyo a la gestión tecnológica.
10	Gestión de productos de investigación.	X	Apoyo a la gestión tecnológica.
11	X	Matricula de proyectos en convocatorias y fondos.	Gestión de avales institucionales.
12	Gestión de productos de investigación.	X	Apoyo a la gestión tecnológica.
13	Gestión de productos de investigación.	X	Apoyo a la gestión tecnológica.
14	Gestión de investigación estricta.	Registro y administración de proyectos.	Gestión de indicadores.
15	X	X	X
16	Gestión de la Investigación.	X	X
17	Gestión de investigación formativa.	Registro y administración de proyectos.	Gestión de proyectos convenios y contratos.
18	X	Aval institucional.	Gestión de avales institucionales.
19	X	X	Instructivos y ayudas.
20	X	X	Apoyo a la editorial UN.
21	Gestión de investigación estricta.	Registro y administración de proyectos.	Gestión de avales institucionales.
22	Gestión de investigación estricta.	Registro y administración de proyectos.	Gestión de proyectos convenios y contratos.
23	Gestión de investigación estricta.	Evaluación de proyectos.	Gestión de convocatorias.
24	X	X	X
25	X	X	Laboratorios e infraestructura.
26	Gestión de la Investigación.	Aval institucional.	Gestión de avales institucionales.

De la anterior tabla se puede concluir que los diferentes sistemas de información de investigación desarrollados en estas IES, cuentan con módulos específicos que satisfacen las actividades de convocatorias para la financiación de proyectos de investigación, apoyo a los semilleros de investigación y jóvenes investigadores, protección y explotación de resultados de investigación, seguimiento y evaluación de proyectos y fomento a los grupos de investigación. Adicionalmente, es importante destacar que este tipo de sistemas busca gestionar el ciclo de vida de los proyectos de investigación (inicio, planificación, ejecución, seguimiento y cierre), la producción de los mismos, la información referente a investigadores y grupos de investigación, además de generar reportes e indicadores que faciliten la toma de decisiones. Por otro lado, es de tener en cuenta que los sistemas de información locales han implementado en su interior las actividades de la política de CTel que promueven la creación de líneas editoriales y ayudan a divulgar el conocimiento. De igual forma, la gestión de infraestructura y laboratorios se encuentra inmersa dentro de este tipo de sistemas, dado que soporta la búsqueda del conocimiento y promueve la gestión de recursos a través de la venta de servicios a instituciones externas.

Ahora bien, con el propósito de conocer la relación entre los criterios establecidos por el CERIF, el RIM y las ACTI de la política de CTel, se realiza una comparación entre ellos (Ver tabla 2-8), detectando que ciertas ACTI de la política nacional de CTel, tienen cierta relación con criterios del CERIF y el RIM. Partiendo de esta relación, se destacan y se analizan algunos criterios a tener en cuenta en el marco de gestión de investigación a proponer localmente.

**Tabla 2-8. Criterios del CERIF, RIM y política de CTel.**

Criterios		
CERIF	RIM	CTel.
A1	B1	ACTI-1, ACTI-14, ACTI-16
A2	Se centra en el perfil de investigadores más que grupos de investigación.	ACTI-17, ACTI-21, ACTI-26
A3	B2	ACTI-17
A4	B1	ACTI-1, ACTI-4, ACTI-6, ACTI-22
A5	B3	ACTI-9, ACTI-10, ACTI-12
A6	Idioma inglés	Idioma español
A7	B3	No soporta la interoperabilidad con sistemas de información institucionales
A8	B3	No soporta la interoperabilidad con sistemas de información interinstitucionales
A9	B4,B5	ACTI-23

- **Centrado en el proyecto:** El núcleo del CERIF, RIM y de los sistemas de información locales es el proyecto de investigación y a partir de él (Ver figura 2-4),

surgen los diferentes productos resultados de investigación como artículos, patentes, desarrollos, etc. En torno al proyecto, aparecen los investigadores e instituciones que se encargan de ejecutarlo y financiarlo respectivamente.

- **Transferencia de resultados:** A partir de los productos obtenidos durante la ejecución del proyecto de investigación, se transfiere a las empresas o a la académica el conocimiento adquirido. Los artículos reposan por medio de la interoperabilidad en bases de datos bibliográficas, facilitando el acceso de los académicos a estos. Los productos industriales o desarrollos de softwares son patentados y registrados respectivamente para su posterior comercialización con el sector industrial, logrando fortalecer la alianza entre la Universidad – Empresa.
- **Interoperabilidad:** Los marcos de gestión de investigación como el CERIF y el RIM promueven la interoperabilidad entre diferentes sistemas de información. Sin embargo, los sistemas desarrollados bajo la estructura del CERIF son sistemas más abiertos, como es el caso del CRIS implementado en la Universidad Libre de Bolzen – Bolzano, ubicada en Italia, el cual se integra con la base de datos de publicaciones del Ministerio Italiano de Educación [56], mientras que algunos RIM son implementados para promover la visualización de información localmente, como el caso del sistema IRES (*Integrated Research Enterprise Solution*) en la Universidad de Yale, New Haven – Estados Unidos [66]. Asimismo, la interoperabilidad con sistemas de información de otras instituciones fomenta la creación de redes de investigación, potenciando el desarrollo de proyectos en conjunto. Otra característica a resaltar, es el control que se puede llevar a cabo sobre la ejecución de recursos destinados a convocatorias de investigación por parte de entidades gubernamentales, facilitando la trazabilidad de los proyectos y de los recursos asignados a ellos. Sin embargo, a nivel nacional se encuentra la carencia de interoperabilidad entre diferentes sistemas de información, ya sean institucionales o interinstitucionales, influyendo en la veracidad y duplicidad de la información.
- **Difusión:** La interoperabilidad mencionada anteriormente dinamiza el flujo de información entre diferentes áreas de la institución o instituciones, impactando positivamente en la gestión de procesos internos a nivel administrativo, mientras

que a nivel académico permite a los diferentes actores de las universidades (docentes, estudiantes, egresados), acceder rápidamente a últimas publicaciones, facilitando el desarrollo de proyectos.

- **Indicadores:** Los diferentes sistemas de información desarrollados tanto a nivel nacional como internacional permiten identificar diferentes medidas en cuanto a cantidad de recursos invertidos en investigación, número de proyectos financiados, impacto del proyecto, etc. La evaluación del impacto del proyecto es una de las características a destacar dentro de los indicadores y se encuentra implementada en el RIM [73], facilitando conocer rápidamente el impacto social, económico y académico del proyecto ejecutado. Esta característica es un factor a tener en cuenta a la hora de financiar un proyecto de investigación, valorando tanto la producción científica y académica como el impacto social del mismo.

En definitiva, la gestión de información de investigación puede apoyar muchas actividades dentro de una institución. Los diferentes sistemas desarrollados tanto a nivel europeo, como estadounidense y nacional muestran los diversos usos funcionales de la información de investigación que pueden ser utilizados por una institución específica. Las prácticas varían mucho de una institución a otra, de un país a otro y de una región a otra, en respuesta a las necesidades locales. No hay dos instituciones exactamente iguales, pero cada institución implementa su sistema bajo las normativas locales y su autonomía institucional, logrando de alguna manera gestionar la investigación de acuerdo a sus necesidades.

## 2.5. Propuesta de marco de gestión de investigación en Colombia

Teniendo en cuenta los criterios anteriormente mencionados, se propone el marco de gestión de investigación mostrado en la figura 2-7.

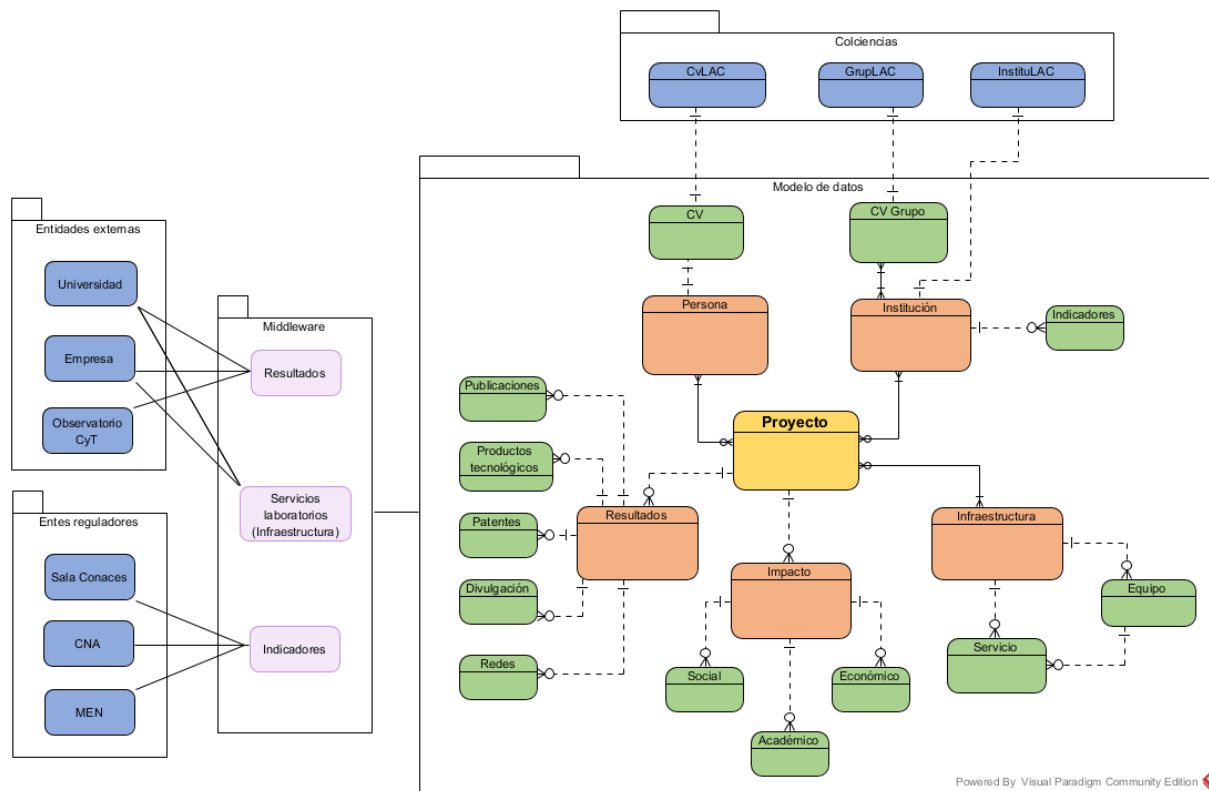


Figura. 2-7. Modelo de gestión de investigación propuesto.

Este marco es un modelo centrado en datos, que permite una representación de las entidades de investigación; proyecto, personas, institución, equipo, impacto y resultados. Busca de alguna manera el acceso y el intercambio de la información, apoya la transferencia de conocimiento a universidades y empresas, facilita el control y seguimiento a entidades gubernamentales y apoya la toma de decisiones de la alta dirección de las IES frente a actividades de investigación. A continuación se describen cada una de las entidades mencionadas anteriormente y su importancia dentro del modelo propuesto.

- Proyecto:** Este marco de gestión gira en torno al proyecto de investigación, ya que ésta es la entidad fundamental en la que se lleva a cabo la investigación tanto en sentido estricto como formativa (dependiendo del nivel de profundidad de la misma). El proyecto tiene relación con la entidad persona que son los investigadores encargados de ejecutarlo. La institución se encarga de financiar el proyecto. La entidad infraestructura, comprendida por los laboratorios brinda el apoyo necesario a determinados proyectos para su ejecución. La entidad impacto permite conocer el impacto social, económico y académico del desarrollo de un proyecto de



investigación. La entidad resultados facilita el acceso a los diferentes productos obtenidos por la ejecución del proyecto.

- **Persona:** La entidad persona es tenida en cuenta en este modelo, dado que es la encargada de crear y ejecutar los proyectos de investigación en las diferentes áreas del conocimiento. En esta entidad se destaca el docente y el joven investigador como actores respectivos de la investigación científica y formativa. Cada persona cuenta con su perfil de investigación “CV”, en la que registra su producción investigativa. Esta entidad debe presentar interoperabilidad con el CvLAC de Colciencias, extrayendo información relacionada a la producción del investigador.
- **Institución:** La entidad institución tiene como finalidad promover las alianzas entre semilleros y grupos de investigación de diferentes instituciones, basándose en la ACTI-17 y ACTI-26 de la política de CTel. De igual forma, por medio de esta entidad se busca promover el criterio de interoperabilidad del CERIF e intercambio de información con organismos externos a las IES. Por esta razón, el perfil del grupo de investigación “CV grupo” debe comunicarse con el GrupLAC, logrando así llevar un control más eficiente de la producción de sus integrantes. Asimismo, es importante destacar que el aval institucional otorgado a través del InstituLAC para participar en convocatorias de Colciencias, debe interoperar con el sistema institucional, facilitando el control de los proyectos y grupos de investigación que participan en las diferentes convocatorias. De igual forma, los indicadores de investigación con que cuenta la institución deben ser de fácil acceso para entidades gubernamentales como; la Sala de CONACES (Comisión Nacional Intersectorial para el Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior), CNA y el MEN.
- **Infraestructura:** La entidad infraestructura presente en los diferentes marcos de investigación se enfoca en la ACTI-25, necesaria para el desarrollo de proyectos de investigación. De igual forma, las instalaciones o laboratorios con que cuenta una institución deben proveer servicios a externos (Empresas y Universidades), incrementando los recursos económicos para potenciar la investigación.
- **Resultados:** La entidad resultados, condensa los productos obtenidos a través del desarrollo de actividades de investigación. Dentro de esta entidad se destacan las

publicaciones, productos tecnológicos y patentes que provienen de la investigación en sentido estricto. La transferencia tecnológica a empresas se realiza mediante la comercialización de los productos tecnológicos desarrollados y patentes alcanzadas. La divulgación y redes de conocimiento satisfacen la formación en investigación. Esta entidad de igual manera, se debe implementar bajo el concepto de interoperabilidad con los repositorios institucionales y con bases de datos bibliográficas como Scopus y PubMed, facilitando el acceso a publicaciones con alto contenido científico.

- **Impacto:** Por último, se encuentra la entidad impacto tomada del RIM, la cual permite conocer de manera cualitativa el impacto social de un proyecto de investigación, y el impacto económico se establece conjuntamente con el ACTI-12 y ACTI-13 de la política de CTel, mediante la protección y explotación de los productos resultados de investigación. Conocer el impacto de los proyectos, permite en cierta medida a las instituciones destinar los recursos de las convocatorias a proyectos que satisfagan de alguna manera necesidades específicas de las comunidades, logrando así contar con un indicador clave en investigación relacionado al costo – beneficio de un proyecto de investigación.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el modelo de gestión de investigación a desarrollar por medio de la AE, incluye determinados criterios que son comunes al CERIF, RIM y la política de CTel, como es el caso de mantener actualizada la información de investigación referente a la organización y poder consultarla en el momento deseado. De igual manera, gestionar y proveer la información de los grupos de investigación institucionales, ya que estos son en gran medida un factor de reconocimiento en investigación a nivel nacional, del cual se pueden generar indicadores de producción en cuanto a artículos, libros, proyectos, etc. Asimismo, la consolidación de los grupos de investigación permite generar redes de conocimiento con otras instituciones tanto a nivel nacional como internacional, de ahí la importancia de gestionar la información relacionada con ellos. Por otro lado, la gestión del ciclo de vida de los proyectos de investigación debe ser tomada en cuenta en este sistema, dado que el proyecto de investigación es la fuente de la cual surgen los diferentes productos resultados de actividades de investigación. Debido a lo anterior, es importante que el sistema permita generar convocatorias de proyectos

como lo hace el sistema HERMES o el sistema de la CURÑ a través de los módulos de gestión de convocatorias o gestión de investigación estricta. De igual manera, la investigación formativa definida en la política de CTel es otro factor a considerar a la hora de desarrollar el sistema, ya que la investigación en sentido estricto debe permear la formación de jóvenes investigadores, semilleros de investigación, etc. En ese mismo sentido, la política de CTel promueve la creación de líneas editoriales que ayuden a divulgar el conocimiento y la gestión de infraestructura y laboratorios que soporten la búsqueda del conocimiento, es por esta razón que el sistema debería gestionar información referente a ello.

### **3.Fase preliminar: Análisis vicerrectoría de investigación**

En este capítulo, inicialmente se realiza una reseña histórica de la Universidad ECCI, con el propósito de mostrar los orígenes de la institución y la transformación de la misma durante el paso del tiempo. De igual manera, se expone el plan estratégico de la vicerrectoría de investigación de la universidad, en el que se observa los principios de la institución como la misión y visión, las políticas de investigación, sus ejes estratégicos y objetivos de negocio. Por último, se analiza la estructura organizacional de la dependencia, identificando; sus direcciones, funciones, macro-procesos y miembros de cada una de estas.

#### **3.1. Reseña histórica de la institución**

La ECCI surge, como Escuela Colombiana de Carreras Industriales en el año de 1977, con la idea de ser una institución de formación técnica, que ofrece carreras intermedias a los bachilleres colombianos. A partir de la ley 30 de 1992, se da la posibilidad de crear nuevos programas incrementando la oferta académica de la institución [88].

En septiembre de 1995, se firma el convenio interinstitucional con la Universidad Santiago de Cali, para fomentar actividades de formación, intercambio e incentivar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Adicionalmente la institución, inicia la formación de ingenieros por ciclos partiendo de la educación técnica profesional. Desde el año de 1977, hasta agosto de 2014, la institución es reconocida como Escuela Colombiana de Carreras Industriales. Posteriormente el acrónimo ECCI, dejaría de tener este significado para que la institución fuera reconocida como Universidad ECCI [88].

La Universidad ECCI, es una IES que obtuvo este reconocimiento a finales de 2014, bajo la resolución 13370 del MEN. Por obtener el título de universidad, debe cumplir con las tres funciones sustantivas exigidas por el MEN: docencia, investigación y proyección social.

Para satisfacer sus objetivos misionales y poder alcanzar su visión, la universidad ha distribuido sus labores, dentro de su estructura orgánica, la cual se encuentra condensada en la figura 3-1. En esta se observan las vicerrectorías académica, administrativa, investigación, aseguramiento de la calidad, educación abierta y a distancia y la dirección regional y financiera. Además de ello, se encuentra el consejo superior, consejo académico, consejo administrativo, secretaria general y la dirección de planeación y desarrollo.

De igual manera, en la figura 3-1 aparece un recuadro de color rojo. Este recuadro indica el área o dependencia en el cual se desarrolla esta propuesta de sistema de información. Como se puede observar, la dependencia enmarcada es la vicerrectoría de investigación. Esta área es el ente encargado de direccionar la función sustantiva de investigación dentro de la universidad. En el caso particular del proceso de investigación, este se define como un proceso misional y estratégico que facilita el alcance de la visión. Para ello, este proceso se apoya en los sistemas de gestión de la I+D+i, la gestión de alta calidad y los referentes de acreditación de alta calidad, tanto a nivel nacional como internacional [10].

En resumen, el propósito de la vicerrectoría de investigación es fomentar y dinamizar la función de investigación al interior de la institución con el fin de brindar la autonomía y dinámica necesarias para posicionar la Universidad, como un organismo comprometido con la innovación, el desarrollo y la generación de nuevo conocimiento hacia el sector productivo y social en Colombia [10].

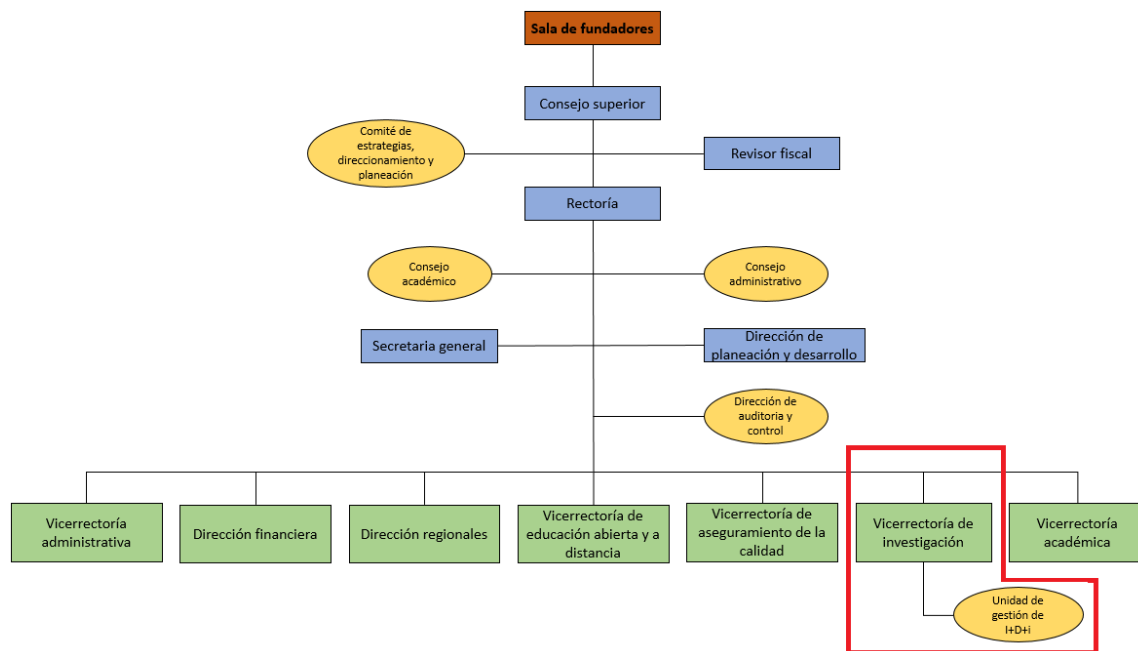


Figura. 3-1. Estructura organizacional de la Universidad ECCI [89].

## 3.2. Principios de la institución

El Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Universidad refleja un compromiso con la investigación, evidenciándose en su misión, visión.

### 3.2.1. Misión

La misión institucional se define como:

“Somos una Institución de Educación Superior que fundamenta su quehacer en principios de pertinencia, equidad, calidad, eficiencia y transparencia, para formar profesionales íntegros, autónomos, libres, emprendedores, con pensamiento crítico e investigativo, que mediante una propuesta pedagógica interdisciplinaria y flexible, el crecimiento de sus actores y el perfeccionamiento de sus procesos, aplica y genera conocimiento para la innovación, el mejoramiento de la calidad de vida, el desarrollo social y económico del entorno local y global” [10].

### 3.2.2. Visión

La visión institucional se define como:

“Seremos una Universidad reconocida por su humanismo y su tecnología, con criterios de universalidad en el conocimiento, con programas pertinentes y de alta calidad, líderes en principios y valores al servicio de la formación del capital humano” [10].

### 3.2.3. Principios de la vicerrectoría de investigación

La misión y la visión definidas anteriormente rigen la política de la vicerrectoría de investigación. En base a estas se definen las políticas, ejes estratégicos y objetivos de negocio de la vicerrectoría.

### 3.2.4. Políticas de investigación

Con base en la misión y la visión establecidas, se identifican las políticas recopiladas en la tabla 3-1, estas políticas dirigen las acciones y permiten la toma de decisiones referente al proceso de investigación en la universidad por medio de la vicerrectoría de investigación.

**Tabla 3-1. Políticas de investigación [10].**

<b>Políticas.</b>	<b>Descripción.</b>
Política de gestión de las I+D+i.	Se enfoca en gestionar la I+D+i, para que esta genere, explote y divulgue el conocimiento.
Política de investigación científica y aplicada.	Facilita la formación de investigadores, además de promover la innovación y la apropiación social del conocimiento.
Política de formación para la investigación.	Potencia los procesos de formación, a través de metodologías y estrategias que mejoran las capacidades de investigación, circulación de conocimiento y formación de recurso humano.
Política de transferencia de resultados de investigación.	Se encarga de proteger la propiedad intelectual de los desarrollos y productos, de actividades de investigación, beneficiando a sus autores y a la universidad.
Política de laboratorios, salas de simulación y prototipado.	Implementa buenas prácticas de servicio, racionalidad de recursos y mejoramiento continuo.
Política de publicaciones.	Garantiza los derechos de autor y la propiedad intelectual. Además de ello, divulga el conocimiento acorde a la función social de la educación.

### 3.2.5. Ejes estratégicos

Partiendo de las políticas de investigación definidas anteriormente, se definen los ejes estratégicos de la dependencia tomados directamente del plan estratégico de investigación [10] (Ver tabla 3-2).

Tabla 3-2. Ejes estratégicos [10].

Política.	Eje estratégico.	Descripción.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de la I+D+i.</li> <li>Investigación científica y aplicada.</li> </ul>	Investigación en sentido estricto I+D	Investigación científica, tecnológica y aplicada de alto nivel.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de la I+D+i.</li> <li>Formación para la investigación.</li> </ul>	Formación para la I+D.	Conocida como “investigación formativa”. Desarrollo de estudiantes en los niveles tecnológico, profesional y de especialización.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de la I+D+i.</li> <li>Transferencia de resultados de investigación.</li> </ul>	Innovación en la universidad, I+D para empresas.	Transferir al mercado los resultados de investigación con potencial, además de proteger la propiedad intelectual.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Laboratorios y salas de simulación y prototipado.</li> </ul>	Infraestructura adecuada y competitiva.	Infraestructura que facilite el desarrollo de la I+D+i, mediante la acreditación de pruebas y ensayos.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de la I+D+i.</li> <li>Publicaciones.</li> </ul>	Apropiación social y circulación del conocimiento.	Potenciar las publicaciones, la participación en redes de conocimiento, eventos y actividades que faciliten el intercambio del conocimiento.

### 3.2.6. Objetivos del negocio

Con base en los ejes estratégicos, se desprenden los objetivos del negocio de la dependencia (Ver tabla 3-3).

Tabla 3-3. Objetivos de negocio [10].

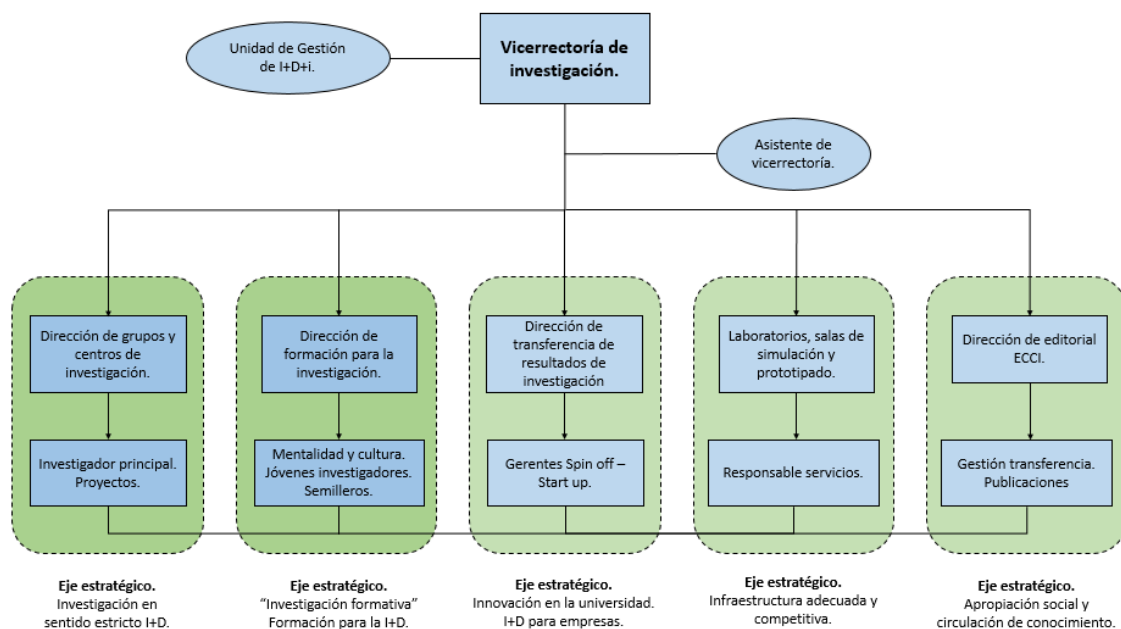
Identificador.	Eje estratégico.	Objetivo de negocio.
ONVI-01	Investigación en sentido estricto I+D.	Incrementar la inversión en investigación.
ONVI-02		Fortalecer el desarrollo de proyectos por convocatorias internas.
ONVI-03	Formación para la I+D.	Fortalecer la formación en investigación.
ONVI-04	Innovación en la universidad, I+D para empresas.	Incrementar la producción, registro y protección de productos de desarrollo tecnológico e innovación.
ONVI-05	Infraestructura adecuada y competitiva.	Ampliar la infraestructura para I+D.
ONVI-06	Apropiación social y circulación del conocimiento.	Posicionar a nivel nacional e internacional las publicaciones internacionales.

### 3.2.7. Estructura de la dependencia

La universidad ha consolidado una estructura organizacional de investigación, el cual permite dar respuesta a un modelo de educación superior que se fundamenta en la docencia, la investigación y la proyección social. En la figura 3-2, se observa la estructura organizacional y los ejes estratégicos asociados que direccionan los objetivos de negocio.



Por su parte en la tabla 3-4, se encuentra una descripción de las direcciones de la estructura, destacando los miembros que pertenecen a cada una de ellas. Es importante resaltar que las dos primeras direcciones; Dirección de grupos y centros de investigación y Dirección de formación para la investigación son las dos áreas principales de la vicerrectoría, mientras que las tres áreas restantes son de apoyo para el normal funcionamiento de estas.



**Figura. 3-2. Estructura organizacional de la dependencia [10].**

**Tabla 3-4. Direcciones de la dependencia.**

Direcciones	Función.	Proceso.	Miembros.
Unidad de gestión de I+D+i	Refleja la responsabilidad de la alta dirección en la toma de decisiones.	Gestión de I+D+i.	Vicerrector de investigación. Alta dirección.
Dirección de grupos y centros de investigación.	Administra la información referente a investigación científica y aplicada.	Investigación y publicaciones.	Líder de grupo. Docentes investigadores. Personal administrativo.
Dirección de formación para la investigación	Administra la información referente a semilleros de investigación, proyectos de aula y de grado.	Investigación y publicaciones.	Docentes investigadores. Personal administrativo.
Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación "OTRI".	Encargada de detectar productos de investigación con potencial, para transferir al mercado. Además de ello, busca establecer convenios con empresas.	Transferencia de resultados de investigación.	Director de la OTRI. Director de laboratorios. Personal administrativo.

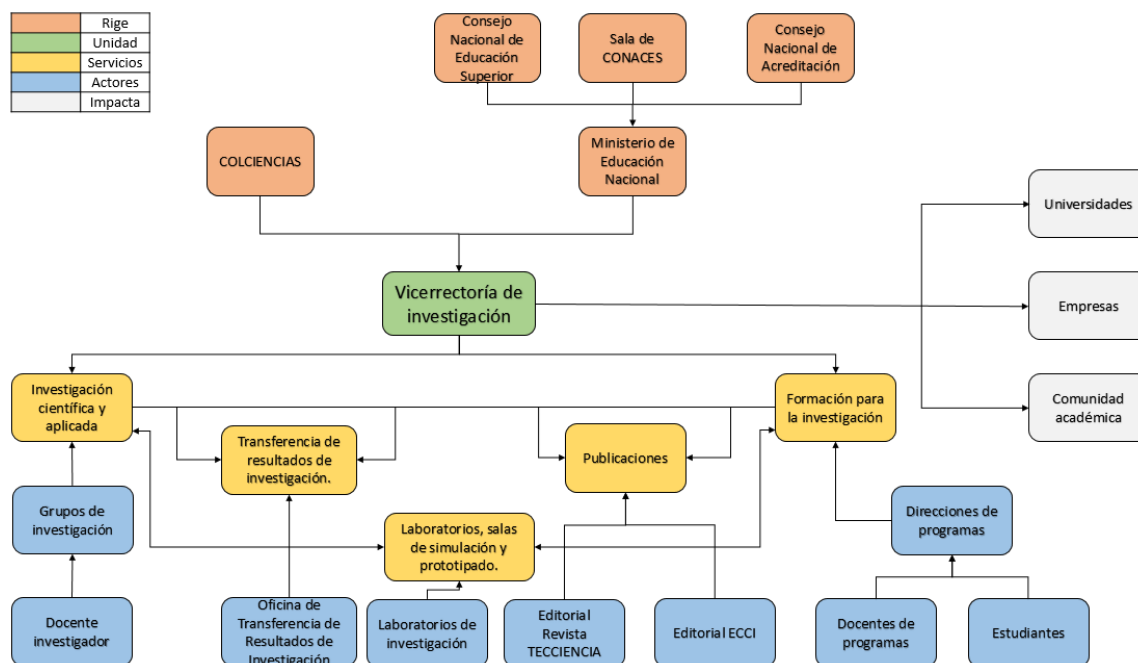
Direcciones	Función.	Proceso.	Miembros.
Laboratorios, salas de simulación y prototipado.	Se encarga de prestar servicios a empresas, estudiantes y docentes. De igual manera, realiza capacitaciones.	Análisis y prototipado.	Director de laboratorios. Laboratoristas.
Dirección de editorial.	Se encuentra dividida en dos secciones. La dirección de editorial que se encarga de publicar, la producción bibliográfica, de los libros, cartillas que realizan los docentes. Por otra parte, está la dirección de la revista TECCIENCIA, realiza todo el proceso de publicación de la revista científica.	Investigación y publicaciones.	Director de la editorial. Director de revista TECCIENCIA. Personal administrativo.

## **4. Visión de la arquitectura (Vicerrectoría de investigación)**

Este capítulo busca analizar el contexto de la vicerrectoría de investigación, identificando los entes reguladores que de alguna manera impactan en las políticas de investigación de la universidad. De igual forma, se identifican las partes interesadas y se definen los principios de arquitectura a tener en cuenta en el desarrollo del proyecto. Por último, se diseña la cadena de valor de la vicerrectoría de investigación, identificando las actividades primarias y secundarias que dan valor en la búsqueda del conocimiento.

### **4.1. Contexto de la vicerrectoría de investigación**

La vicerrectoría de investigación busca incentivar el desarrollo científico y tecnológico institucional apoyando la producción de conocimiento, la innovación, el desarrollo tecnológico y la transferencia de los productos resultados de investigación, con el fin de mejorar las condiciones de salud y calidad de vida de la sociedad que la rodea. En la figura 4-1 se muestra el contexto de la vicerrectoría de investigación.



**Figura. 4-1. Contexto de la vicerrectoría de investigación.**

De la figura anterior se puede observar que los servicios prestados por la vicerrectoría se soportan dentro de las cinco direcciones establecidas en la estructura de la dependencia (Ver figura 3-2).

Por otro lado, se puede observar que el accionar diario de la vicerrectoría de investigación impacta a través de la transferencia tecnológica y del conocimiento en universidades, empresas y comunidad académica interesada en determinada área del conocimiento.

Por último, se identifican los entes reguladores que en algún aspecto fortalecen, motivan o afectan el proceso de investigación al interior de la universidad [27]. Dentro de ello se encuentran Colciencias, MEN, Sala CONACES y CNA.

**Tabla 4-1. Ente regulador: MEN.**

<b>Nombre</b>	Prestadora de servicio público de la educación superior
<b>Interesado</b>	Ministerio de Educación Nacional.
<b>Preocupación</b>	Aseguramiento en la calidad de IES.
<b>Descripción</b>	Satisfacer una de las tres funciones sustantivas exigidas por el MEN, según la condición establecida por la ley 30 de 1992, en el sentido de que para ser universidad, se debe tener experiencia científica de alto nivel.

**Tabla 4-2. Ente regulador: Colciencias.**

<b>Nombre</b>	Reconocimiento de grupos de investigación e investigadores.
<b>Interesado</b>	Colciencias.
<b>Preocupación</b>	Categorizar los grupos de investigación e investigadores.
<b>Descripción</b>	El reconocimiento de grupos de investigación e investigadores, permite a la universidad participar en convocatorias de proyectos financiados por Colciencias. De igual manera, la categorización de estos grupos es importante para la acreditación y registro calificado de programas de pregrado y postgrado.

**Tabla 4-3. Ente regulador: CNA.**

<b>Nombre</b>	Acreditación de los programas ofrecidos por la institución.
<b>Interesado</b>	Consejo Nacional de Acreditación.
<b>Preocupación</b>	Apoyar el proceso de certificación de programas, mediante la transversalidad de la investigación.
<b>Descripción</b>	Mediante las líneas de investigación institucionales, se deben permear todos los programas, desplegando la planificación estratégica de la alta dirección, sosteniendo el proyecto institucional y educativo, que permita dar respuesta a los cambios rápidos del entorno.

**Tabla 4-4. Ente regulador: Sala CONACES.**

<b>Nombre</b>	Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior
<b>Interesado</b>	Comisión Nacional Intersectorial para el Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior
<b>Preocupación</b>	Evaluar que los programas académicos cumplan con las condiciones de calidad para su oferta y desarrollo, y emitir el respectivo concepto sobre la procedencia del otorgamiento o renovación del registro calificado.
<b>Descripción</b>	Mediante las líneas de investigación institucionales, se deben permear todos los programas, desplegando la planificación estratégica de la alta dirección, sosteniendo el proyecto institucional y educativo, que permita dar respuesta a los cambios rápidos del entorno.

## 4.2. Partes interesadas

Teniendo en cuenta los miembros de las direcciones o áreas identificadas en el capítulo 3, sección 3.2.6, se clasifican las partes interesadas, dado que estas aportarán en el diseño e implementación de la AE. (Ver tablas 4-5 y 4-6).

**Tabla 4-5. Niveles de influencia.**

<b>Poder.</b>	<b>Nivel de interés.</b>	
	<b>Bajo.</b>	<b>Alto.</b>
<b>Bajo.</b>	Esfuerzo mínimo.	Mantener informado.
<b>Alto.</b>	Mantener satisfecho.	Miembro clave.

Tabla 4-6. Matriz de interesados.

Interesado	Responsabilidad	Influencia
Unidad de investigación I+D+i.	Fijar estrategias, objetivos. Toma de decisiones.	Mantener satisfecho.
Vicerrector de investigación.	Fijar estrategias, objetivos. Toma de decisiones.	Miembro clave.
Docentes.	Desarrollar las actividades del negocio.	Mantener satisfecho.
Director OTRI.	Controlar servicios de laboratorios. Vínculos con empresas.	Miembro clave.
Administrativos.	Aspectos operativos de los procesos y sistemas de apoyo.	Esfuerzo mínimo.
Director de laboratorios.	Toma de decisiones. Gestionar servicios de laboratorios.	Miembro clave.
Laboratoristas.	Aspectos operativos de los procesos.	Esfuerzo mínimo.
Comité editorial TECCIENCIA.	Gestionar publicación de revista TECCIENCIA.	Miembro clave.
Comité editorial ECCI.	Gestionar publicación de obras bibliográficas.	Miembro clave.

### 4.3. Principios de la arquitectura

Con base en el *framework* TOGAF, los principios son normas o directrices generales que ayudan a la organización a desarrollar sus actividades diarias y alcanzar su visión propuesta. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estos principios pueden ser influenciados por las exigencias del entorno, es decir el cambio de una política o normativa impuesta por algunos de los entes reguladores (Ver tablas 4-1 a 4-4), anteriormente mencionados. Teniendo en cuenta esto a continuación se enuncian los principios de la arquitectura del negocio, los datos, las aplicaciones y las TI.

#### 4.3.1. Principios del negocio

Los principios de negocio de la arquitectura se enuncian de la tabla 4-7 hasta la tabla 4-11.

Tabla 4-7. Principio de negocio: Importancia de los principios.

<b>Nombre.</b>	Importancia de los principios.
<b>Identificador.</b>	PN-01
<b>Declaración.</b>	Estos principios aplican a toda la dependencia y deben ser tenidos en cuenta para la gestión de información.
<b>Razón.</b>	Para mejorar la calidad de la información y el acceso a esta la dependencia debe regirse por estos principios.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evadir estos principios puede generar inconsistencias en la información y un mal manejo de ella.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las iniciativas de gestión de la información se deben realizar teniendo en cuenta estos principios.</li> </ul>
--	---

**Tabla 4-8. Principio de negocio: Potenciar los beneficios de la institución.**

<b>Nombre.</b>	Potenciar los beneficios de la institución.
<b>Identificador.</b>	PN-02
<b>Declaración.</b>	Las decisiones que se tomen dentro de la dependencia deben potenciar los beneficios de la institución.
<b>Razón.</b>	Las decisiones tomadas con una visión a largo plazo en beneficio de la institución, generan una mayor proactividad en la organización. Se debe pensar en la institución y no en un grupo particular.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generar cambios en la forma de planificar y gestionar la información.</li> <li>Las prioridades de desarrollo deben ser establecidas teniendo en cuenta la institución.</li> </ul>

**Tabla 4-9. Principio de negocio: Responsabilidad de la información.**

<b>Nombre.</b>	Responsabilidad de la información.
<b>Identificador.</b>	PN-03.
<b>Declaración.</b>	El recurso humano vinculado a las actividades de la dependencia debe aportar para el alcance de los objetivos propuestos.
<b>Razón.</b>	El recurso humano con el apoyo de la tecnología, son los elementos claves para gestionar la información y facilitar el alcance de los objetivos.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buena comunicación entre las diferentes áreas funcionales de la dependencia.</li> <li>Compromiso del recurso humano con la gestión de la información.</li> </ul>

**Tabla 4-10. Principio de negocio: Continuidad de negocio.**

<b>Nombre.</b>	Continuidad del negocio.
<b>Identificador.</b>	PN-04.
<b>Declaración.</b>	Independientemente de las interrupciones y cambios en el sistema, el desarrollo de las actividades debe seguir normalmente.
<b>Razón.</b>	Las actividades de la dependencia deben seguir sin importar las interrupciones del sistema y la rotación del personal.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detectar los procesos críticos de la dependencia y tener un plan alternativo en caso de que el sistema falle.</li> <li>El mantenimiento y la recuperación de información deben ser tenidos en cuenta en el desarrollo del sistema.</li> </ul>

**Tabla 4-11. Principio de negocio: Protección de la propiedad intelectual.**

<b>Nombre.</b>	Protección de la propiedad intelectual.
<b>Identificador.</b>	PN-05.
<b>Declaración.</b>	La información de actividades de investigación debe ser protegida por la arquitectura implantada.
<b>Razón.</b>	La información almacenada en el sistema debe estar segura en la infraestructura de TI instalada.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El buen manejo en la información debe ser responsabilidad de todos.</li> <li>Existencias de políticas de propiedad intelectual.</li> </ul>

### 4.3.2.Principios de los datos

Los principios de los datos de la arquitectura se enuncian de la tabla 4-12 hasta la tabla 4-14.

**Tabla 4-12. Principio de datos: Datos como activos de la dependencia.**

<b>Nombre.</b>	Datos como activos de la dependencia.
<b>Identificador.</b>	PD-01.
<b>Declaración.</b>	Los datos tienen valor para la dependencia y la institución. Por tal razón deben ser administrados de buena manera.
<b>Razón.</b>	Los datos son el recurso más importante para la dependencia y con base en éstos se toman las decisiones que permiten trazar el futuro de la misma. Debido a lo anterior, debe haber un buen manejo de ellos.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El recurso humano debe conocer la importancia de los datos y administrarlos de manera adecuada.</li> <li>• Garantizar la calidad de los datos.</li> <li>• Responsabilidad en la gestión de los datos.</li> </ul>

**Tabla 4-13. Principio de datos: Accesibilidad a los datos.**

<b>Nombre.</b>	Accesibilidad a los datos.
<b>Identificador.</b>	PD-02.
<b>Declaración.</b>	Los datos son utilizados para llevar a cabo las tareas diarias, debido esto deben ser de fácil acceso para los usuarios que los necesiten en las diferentes áreas funcionales de la dependencia.
<b>Razón.</b>	El acceso en el momento oportuno a los datos es primordial para la toma de decisiones. Para una organización es mejor tener los datos en una sola aplicación, que duplicados y en diferentes aplicaciones, afectando la calidad de los mismos.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario un modelo de datos que defina el ambiente compartido de éstos.</li> <li>• Información disponible para una eficiente toma de decisiones.</li> </ul>

**Tabla 4-14. Principio de datos: Seguridad de los datos.**

<b>Nombre.</b>	Seguridad de los datos.
<b>Identificador.</b>	PD-03.
<b>Declaración.</b>	Prevenir los datos de un acceso no autorizado.
<b>Razón.</b>	Los datos son protegidos para prevenir el uso o una divulgación no autorizada, evitando las fugas de información y el uso inapropiado de esta, restringiendo información confidencial.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad en el nivel de los datos.</li> <li>• Privacidad en los datos.</li> <li>• Responsabilidad en el manejo de los datos.</li> </ul>

### 4.3.3.Principios de la aplicación

Los principios de la aplicación de la arquitectura se enuncian de la tabla 4-15 hasta la tabla 4-16.



**Tabla 4-15. Principio de la aplicación: Independencia tecnológica.**

<b>Nombre.</b>	Independencia tecnológica.
<b>Identificador.</b>	PA-01.
<b>Declaración.</b>	La aplicación debe funcionar en diferentes plataformas tecnológicas, no debe depender de una tecnología específica.
<b>Razón.</b>	Al ser una aplicación independiente, permite el desarrollo, mantenimiento y operación de la forma más eficiente y oportuna.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la operación de la aplicación independientemente de la plataforma.</li> <li>• Uso de estándares de portabilidad.</li> </ul>

**Tabla 4-16. Principio de la aplicación: Usabilidad.**

<b>Nombre.</b>	Usabilidad.
<b>Identificador.</b>	PA-02.
<b>Declaración.</b>	La aplicación debe ser fácil de usar. La tecnología debe ser transparente a los usuarios para que desarrollen sus actividades.
<b>Razón.</b>	La facilidad de uso de una aplicación para un usuario es de gran importancia, dado que evita el rechazo por parte de éste y le brinda herramientas para mejorar su productividad.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener en cuenta los requerimientos del usuario.</li> <li>• Aumento de productividad.</li> <li>• Capacitaciones sencillas para el uso del aplicativo.</li> </ul>

#### 4.3.4. Principios de la tecnología

Los principios de tecnología de la arquitectura se enuncian de la tabla 4-17 hasta la tabla 4-19.

**Tabla 4-17. Principio de la tecnología: Cambios basados en los requerimientos.**

<b>Nombre.</b>	Cambios basados en los requerimientos.
<b>Identificador.</b>	PT-01.
<b>Declaración.</b>	Los cambios en la aplicación y en la tecnología se harán de acuerdo a las necesidades del negocio.
<b>Razón.</b>	De esta manera se busca evitar que la tecnología afecte la dinámica del negocio. Por el contrario si la dinámica lo requiere, es necesario actualizar la tecnología existente.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se financia el cambio de tecnología a menos que se demuestre la necesidad en el negocio.</li> <li>• Enfocarse en el negocio, no en los cambios de la tecnología.</li> </ul>

**Tabla 4-18. Principio de la tecnología: Gestión del cambio.**

<b>Nombre.</b>	Gestión del cambio.
<b>Identificador.</b>	PT-02.
<b>Declaración.</b>	Evitar el rechazo de la tecnología por parte del usuario.
<b>Razón.</b>	Facilitar la adaptación de los usuarios a la nueva tecnología, reconociendo las ventajas de usarla favorablemente.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar procesos para implementar cambios que no generen retrasos.</li> <li>• Entender las necesidades del usuario para identificar los cambios que sean necesarios.</li> <li>• Mejorar el ambiente para evitar retrasos.</li> </ul>

Tabla 4-19. Principio de la tecnología: Interoperabilidad.

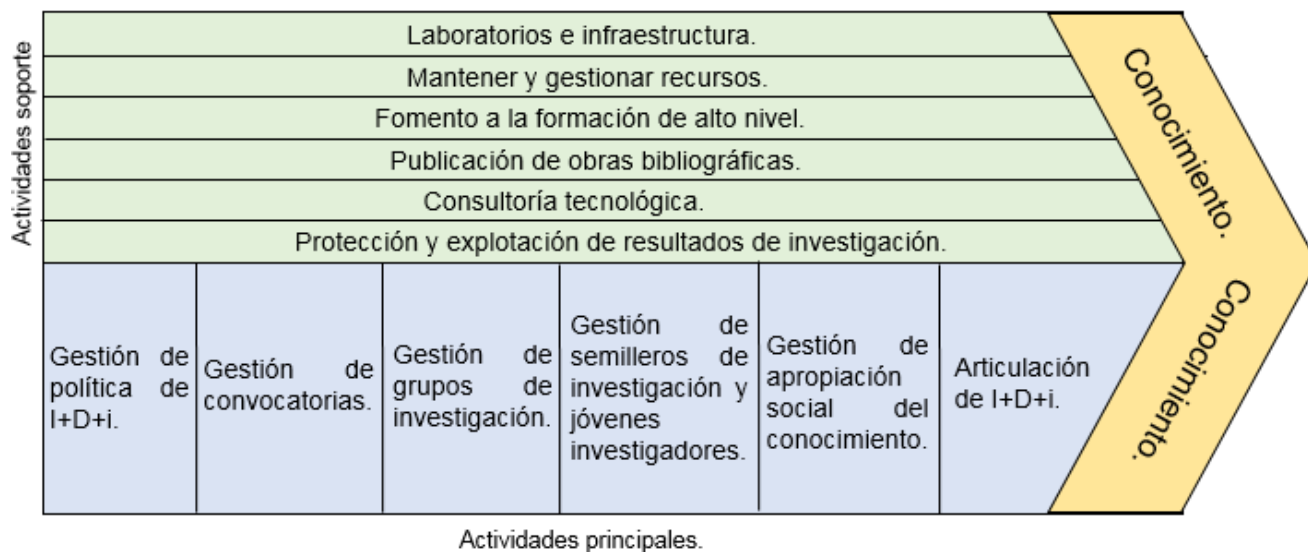
<b>Nombre.</b>	Interoperabilidad.
<b>Identificador.</b>	PT-03.
<b>Declaración.</b>	Promover la interoperabilidad de los datos, aplicaciones y la tecnología.
<b>Razón.</b>	Evitar las islas de información entre las diferentes dependencias de la institución a medida que el sistema crece.
<b>Implicaciones.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La plataforma existente de TI debe ser identificada y documentada.</li> <li>• Facilitar la integración entre diferentes aplicaciones.</li> </ul>

## 4.4. Cadena de valor

La cadena de valor es un método de análisis que permite ver al interior de una organización todas las actividades que se realizan y otorgan valor a un producto final. Estas actividades son llamadas actividades de valor y se dividen en dos tipos: actividades primarias y de apoyo. Las actividades primarias o principales son las que se ven inmersas en el desarrollo del producto, mientras que las actividades de apoyo o soporte sustentan las actividades primarias brindando herramientas o insumos necesarios para la ejecución de estas [90].

Partiendo de las direcciones de la dependencia, de los diferentes servicios que estas prestan (Ver figura 4-1), y con el propósito de descomponer y destacar las actividades generadoras de valor en el accionar diario de la vicerrectoría de investigación, se diseña la cadena de valor (Ver figura 4-2). Dentro de las actividades consideradas como principales, ya que fomentan la investigación y la búsqueda de nuevo conocimiento al interior de la institución se encuentran: la gestión de política de I+D+i que permite trazar y aplicar las estrategias de investigación en toda la institución, la gestión de convocatorias y grupos de investigación que ayudan a implementar la investigación en sentido estricto, la gestión de semilleros de investigación, jóvenes investigadores y apropiación social del conocimiento que implementan la investigación formativa, y la articulación de I+D+i que permite llevar a cabo la transferencia del conocimiento y de tecnología al mercado. Dentro de las actividades de soporte se encuentran los laboratorios e infraestructura que facilitan las herramientas y equipos necesarios para el desarrollo de los proyectos, la gestión de recursos para convocatorias de proyectos y financiación de equipos, el fomento a la formación de alto nivel que permite tener personal capacitado en diferentes áreas del conocimiento, la publicación de obras bibliográficas que facilita la transferencia del conocimiento, la consultoría tecnología que afianza el vínculo entre Universidad – Empresa y la protección y explotación de resultados de investigación que apoya la articulación de

I+D+i. Ahora bien, es importante destacar que la interacción entre estas actividades tanto principales como secundarias es fundamental para soportar y gestionar el modelo de gestión de investigación al interior de la institución, el cual se especifica más detalladamente en la sección 5.1.



**Figura. 4-2. Cadena de valor.**

## **5.Arquitectura del negocio**

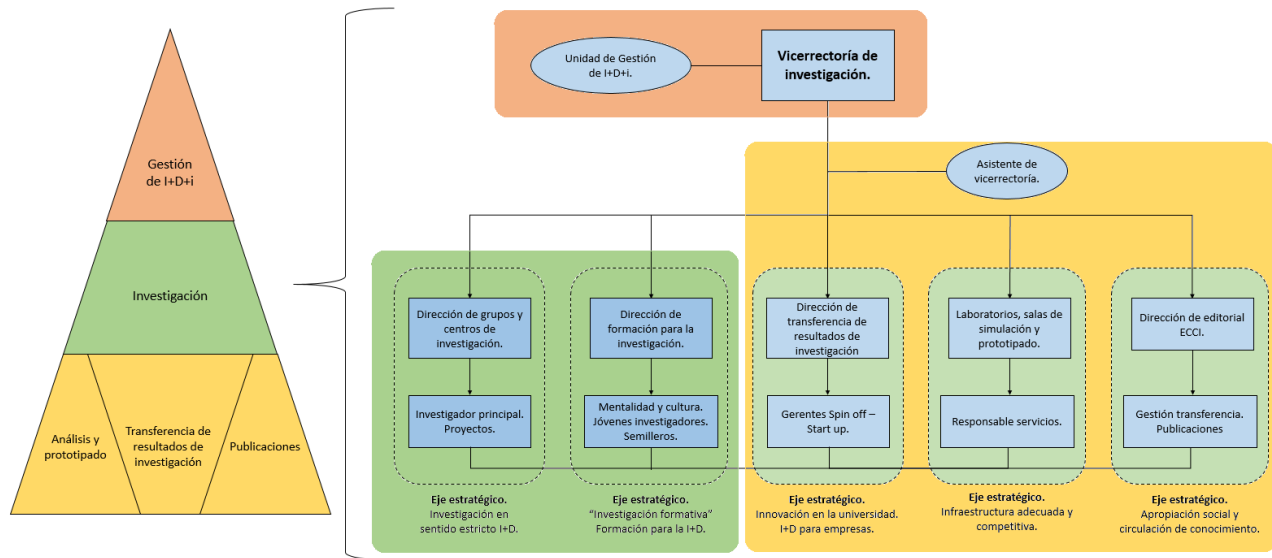
En este capítulo se analiza y se diseña la arquitectura de negocio. Para ello se parte de la Arquitectura Actual (AS – IS), en la que se lleva acabo el análisis estratégico, identificando los procesos clave de la vicerrectoría y como estos procesos permean las diferentes direcciones de la dependencia. En seguida, se realiza el análisis de escenarios de negocio, reconociendo la problemática asociada a cada uno de estos y se diseña los diagramas de procesos en BPMN de acuerdo a como estos se ejecutan hoy en día. Luego, con el análisis realizado se diseña la Arquitectura Objetivo (TO - BE), haciendo uso del diagrama de solución de concepto que permite ver en alto nivel el propósito de la arquitectura. Con base en este análisis y con ayuda de Archimate, se diseña la Arquitectura de Negocio del TO – BE mediante la vista de los procesos de la vicerrectoría de investigación, logrando así mostrar la interacción entre los actores, los procesos y las aplicaciones que soporten la idea de negocio.

Posteriormente, con base en las dos arquitecturas se realiza el análisis de brechas, determinando las acciones o actividades a mejorar en cada uno de los procesos. Finalmente, con esta información se realiza un inventario de brechas y se priorizan los procesos a automatizar de acuerdo con una matriz de ponderación.

### **5.1. Arquitectura base (AS - IS)**

#### **5.1.1.Análisis estratégico**

Teniendo en cuenta las partes interesadas, las actividades y los procesos que generan valor a la vicerrectoría de investigación, en la figura 5-1 se presenta el triángulo de procesos, los cuales son soportados por las diferentes direcciones de la dependencia. Este análisis es necesario para detectar los servicios que proveen cada una de ellas.



**Figura. 5-1. Procesos clave de la vicerrectoría de investigación [10].**

- El proceso de Gestión de I+D+i que se encuentra en la cabeza de la pirámide, es el sistema que soporte la gestión de la investigación, desarrollo e innovación en la Universidad, basado en la familia de normas para gestión de la I+D+i [3]–[5], [91]. La vicerrectoría de investigación junto con la unidad de gestión de I+D+i tienen a su cargo este proceso.
- El proceso de Investigación es para la vicerrectoría el proceso misional que abarca la investigación de punta o investigación propiamente dicha, la investigación formativa. Los directores de grupos de investigación y sus investigadores, llevan a cabo la investigación de punta y las publicaciones científicas, mientras que los semilleros de investigación junto con los investigadores de programa y estudiantes realizan investigación formativa.
- El proceso de Análisis y Prototipado permite el apoyo a los proyectos de investigación y prestación de servicios al sector industrial, este es llevado a cabo por la Dirección de los laboratorios de investigación.
- El proceso de Transferencia de Resultados de Investigación permite que los resultados de investigación puedan ser protegidos y transferidos a los sectores de interés, en donde la transferencia se realiza a través de la OTRI (Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación.).

- El proceso de Publicaciones permite transmitir el conocimiento a la comunidad académica y científica interesada en temas particulares, llevado a cabo por la dirección de editorial.

#### 5.1.1.1. Análisis de los escenarios de negocio

Partiendo de la estructura organizacional de la vicerrectoría de investigación y de los procesos que soporta cada área (Ver tabla 3-4) se identifican los escenarios de negocio. Estos escenarios de negocio son los servicios que proporciona cada dirección de la dependencia, entendiendo cómo servicio; el conjunto de actividades que conforman los procesos de negocio que son ejecutados por los diferentes miembros de las direcciones (Ver tabla 5-1). Es de tener en cuenta que los servicios que provee la dependencia son para satisfacer la necesidad generada por los entes reguladores.

**Tabla 5-1. Escenarios de negocio.**

Direcciones de la dependencia	Escenario de negocio
Dirección de grupos y centros de investigación.	Servicio de investigación científica y aplicada.
Dirección de formación para la investigación.	Servicio de formación para la investigación.
OTRI	Servicio de transferencia de resultados de investigación.
Laboratorios, salas de simulación y prototipado.	Servicios de laboratorios, salas de simulación y prototipado.
Dirección de editorial.	Servicio de publicaciones.

El análisis de los escenarios de negocio facilita la detección de problemas o falencias que se presentan en el préstamo de los servicios y en el desarrollo de los procesos que soportan los servicios. Por tal razón, es importante analizar cada uno de estos escenarios, logrando destacar las necesidades a satisfacer en el desarrollo de la arquitectura.

#### A. Escenario de negocio: Servicio de investigación científica y aplicada

El servicio de investigación científica y aplicada condensa todo el proceso de investigación relacionado con los grupos de investigación. Un grupo de investigación es un conjunto de personas que interactúan entre sí para generar conocimiento y productos resultados de investigación, de acuerdo a un plan estratégico definido a corto, mediano y largo plazo [92]. Los productos resultado de investigación generados por un grupo pueden ser de nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico o innovación, apropiación social del conocimiento o de

formación de recurso humano [92]. Es importante tener en cuenta que dependiendo del tipo de producto este escenario de negocio interactúa con otros tres escenarios (Ver tabla 5-2). Para revisar el análisis del escenario dirijase a la tabla 5-3.

**Tabla 5-2. Interacción de investigación científica y aplicada con otros escenarios de negocio.**

Tipología de producto	Escenario de negocio	Descripción.
Nuevo conocimiento.	Servicio de publicaciones.	En la mayoría de los casos que produce una obra bibliográfica como artículos de investigación, estas son publicadas en revistas externas a la institución. Sin embargo puede presentarse el caso de que el investigador desee publicar el artículo en la revista institucional.
Desarrollo tecnológico e innovación.	Servicio de transferencia de resultados de investigación.	Cuando se produce o se desarrolla algún producto tecnológico es necesario registro frente a la entidad competente. Por tal razón la OTRI encargada de este proceso debe tener pleno conocimiento sobre este tipo de productos.
Apropiación social del conocimiento.	Servicio de formación para la investigación.	Los productos asociados a estas categorías impactan en la formación de investigadores, debido a esto la producción generada en esta categoría debe ser consecuente con la información registrada en el servicio de formación para la investigación.
Formación de recurso humano		

Dentro de los procesos asociados a este escenario de negocio se encuentran:

- Convocatoria interna de proyectos.
- Convocatoria externa de proyectos.
- Convocatoria de medición de grupos de investigación e investigadores.

**Tabla 5-3. Análisis de escenario de negocio: servicio de investigación científica y aplicada**

Identificación del problema	Roles y responsabilidades
Los procesos inmersos en este escenario hacen uso de diferentes formatos que permiten registrar y llevar el control de los proyectos de investigación y de las solicitudes de aval para convocatorias externas. Esta información es almacenada en archivos físicos y transcrita a herramientas ofimáticas como Excel para llevar un control de la cantidad de proyectos radicados, aprobados y en ejecución. Esta actividad es demorada y retrasa la ejecución del proceso. Asimismo otro factor a tener en cuenta es cuando un proyecto es rechazado, ya que no se redacta ningún documento que informe al investigador principal sobre el estado de su proyecto. Al mismo tiempo, a la hora de presentarse a una convocatoria externa es necesario realizar una evaluación ex-ante con ciertos parámetros definidos, que permitan medir la viabilidad del proyecto y la pertinencia de presentarse a la convocatoria. Por otro lado el control y seguimiento de los proyectos que se encuentran en ejecución se	<p><b>Vicerrector de investigación:</b> Encargado de lanzar la convocatoria y aprobar o rechazar los proyectos presentados en la convocatoria junto con un representante de la alta dirección.</p> <p><b>Investigador principal:</b> Encargado de liderar el grupo de investigadores que hacen parte de un proyecto de investigación. De igual forma, radica el proyecto ante la vicerrectoría de investigación o la entidad convocante.</p> <p><b>Investigadores:</b> Grupo de docentes que hacen parte de un proyecto de investigación. Además de ello, deben actualizar su CvLAC continuamente para convocatorias de Colciencias.</p> <p><b>Lider de grupo:</b> Encarga de gestionar el grupo de investigación al cual se encuentra vinculado. Debe solicitar el aval a la vicerrectoría para la participación en convocatorias de proyectos o de medición de grupos de investigación.</p> <p><b>Par externo:</b> Da su opinión del proyecto cuando se presenta ambigüedad sobre la pertinencia del mismo.</p>

Identificación del problema	Roles y responsabilidades
realiza mediante un plantilla en Excel, en donde la persona encargada de realizar el seguimiento diligencia cada uno de los campos establecidos con base en la información suministrada por el investigador principal en una reunión programada. En cuanto a la gestión de los grupos de investigación, el flujo de información entre los diferentes actores del proceso se realiza mediante correo electrónico, centralizando la información de los diferentes grupos en el computador o correo del asistente de investigación, lo cual afecta el acceso a ésta de manera oportuna.	<b>Secretaría de investigación:</b> Encargada de recolectar y organizar los proyectos radicados en las convocatorias internas. De igual manera, se encarga de redactar y enviar los actos administrativos de aprobación de proyectos. <b>Comité asesor:</b> Resuelve dudas asociadas a los términos de referencia de las convocatorias. Cuando los proyectos son radicados, verifican que estos cumplan los criterios establecidos por la convocatoria. <b>Investigador de seguimiento:</b> Se encarga de verificar el avance en los proyectos aprobados, identificando los productos a transferir.
Entorno afectado	Objetivos
La problemática mencionada afecta a la unidad de gestión de I+D+i y a la dirección de grupos de investigación, dado que el manejo de información y los canales de comunicación son poco eficientes e impactan en el desarrollo de los procesos y el uso de los recursos destinados para ellos. De igual manera la toma de decisiones de la alta directiva y de los directores de grupos de investigación, dependen de la calidad de la información suministrada y almacenada en los diferentes repositorios.	Agilizar los tiempos de la convocatoria y facilitar el seguimiento a proyectos, mediante indicadores que permitan ver el avance de estos.  Centralizar la información, facilitando el acceso a esto y la toma de decisiones oportuna.  Gestionar las convocatorias internas y los proyectos pertenecientes a estas convocatorias.

## B. Escenario de negocio: Servicio de formación para la investigación

En este escenario se administra la investigación formativa de la universidad, es decir como la investigación generada por los diferentes grupos de investigación permea los programas académicos ofrecidos por la institución, generando una cultura investigativa en el estudiante. En el escenario se destaca la presencia de los semilleros de investigación, los cuales son conformados por un grupo de estudiantes interesados en un tema particular y guiados por un docente líder perteneciente a una coordinación. El manejo de información de este escenario, se realiza por medio de un aplicativo de Moodle, en el cual los docentes adjuntan la producción generada en el desarrollo de sus actividades de investigación (dirección de proyectos de grado, publicación en eventos, generación de textos académicos, etc.). De igual forma, este aplicativo permite almacenar información referente a actas de reuniones, formatos de plan de trabajo, actas de cierre de proyectos de semilleros y actas de comité de investigación del programa (Ver tabla 5-4).

Los procesos pertenecientes a este escenario son:



- Convocatoria de semilleros de investigación.
- Creación de semilleros de investigación.
- Seguimiento y control a actividades de investigación formativa.
- Gestión de proyectos de convocatoria de semilleros.

**Tabla 5-4. Análisis de escenario de negocio: servicio de formación para la investigación.**

Identificación del problema	Roles y responsabilidades
<p>El control y seguimiento de la información por medio de la plataforma Moodle, implica una carga de trabajo para los dos docentes investigadores encargados de realizar dicha actividad, dado que deben contrastar la producción generada por cada docente con la cantidad de horas asignadas al docente en investigación formativa y compactarlo en un reporte que hace parte de la evaluación docente semestral.</p> <p>Por otra parte, es de tener en cuenta que la información suministrada en el aplicativo, varias veces es errónea y se encuentra duplicada debido al desconocimiento de los docentes en el manejo del sistema, afectando la veracidad de la información y el seguimiento de la misma.</p> <p>En cuanto al proceso de convocatoria de semilleros se presenta una problemática similar a la de la convocatoria interna, donde se identifican demoras asociadas a la organización de los proyectos presentados y a la falta de indicadores de los proyectos aprobados. Cabe agregar que el seguimiento a proyectos de semilleros es escaso y no se realiza un control sobre la divulgación de resultados.</p>	<p><b>Vicerrector de investigación:</b> Encargado de lanzar la convocatoria aprobar o rechazar los proyectos presentados en la convocatoria junto con un representante de la alta dirección.</p> <p><b>Docente líder semillero:</b> Encargado de gestionar la información del semillero de investigación (actas, cantidad de estudiantes, eventos, etc).</p> <p><b>Docente de investigación formativa:</b> Debe reportar su producción en investigación formativa, en el aplicativo Moodle para su correspondiente evaluación docente.</p> <p><b>Investigador encargado de seguimiento:</b> Encargado de verificar la información cargada en el aplicativo de Moodle por cada docente.</p> <p><b>Par externo:</b> Da su opinión del proyecto cuando se presenta ambigüedad sobre la pertinencia del mismo.</p>
Entorno afectado	Objetivos
<p>El aplicativo Moodle que se encuentra actualmente instalado no satisface todas las necesidades de la dirección de formación para la investigación, ya que no presenta indicadores que faciliten información referente a la cantidad de estudiantes vinculados como monitores, auxiliares de investigación e integrantes de semilleros y/o grupos de investigación, la cual es de vital importancia para la acreditación de programas otorgados por el CNA [93]. De igual forma la problemática presentada en la gestión de proyectos de semilleros impacta en el uso adecuado de los recursos designados a esta área. El proceso de toma de decisiones de la unidad de gestión de I+D+i debe esperar a que la dirección de formación para la investigación condense y envíe la información correspondiente al área.</p>	<p>Agilizar los tiempos de la convocatoria y facilitar el seguimiento a proyectos, mediante indicadores que permitan ver el avance de estos.</p> <p>Gestionar indicadores que permitan visualizar la cantidad de estudiantes en investigación formativa.</p> <p>Facilitar la trazabilidad de la producción de los docentes en investigación formativa.</p> <p>Mejorar el flujo de información entre la unidad de gestión de I+D+i y que la dirección de formación para la investigación.</p>

## C. Escenario de negocio: Servicio de transferencia de resultados de investigación

En este escenario se gestionan las actividades de registro, transferencia y control de los productos resultados de proyectos de investigación, desarrollo e innovación. De igual forma, se llevan a cabo relaciones con empresas que fomenten el proceso de investigación y solicitan servicios ofrecidos en el escenario de negocio de laboratorios, salas de simulación y prototipado (Ver tabla 5-5).

Dentro de las actividades que comprenden el servicio de transferencia de resultados de investigación se encuentran:

- Protección y explotación de productos resultados de investigación.
- Control de servicios de laboratorios.
- Planeación, seguimiento y control de portafolio de proyectos.
- Transferencia tecnológica.
- Consultorías empresariales.

**Tabla 5-5. Análisis de escenario de negocio: servicio de transferencia de resultados de investigación.**

Identificación del problema	Roles y responsabilidades
Debido a que la OTRI (oficina encargada de prestar este servicio) fue creada en el año 2015, existe poca documentación en cuanto los procesos que soportan el servicio de transferencia de resultados de investigación. Sin embargo existen ciertos formatos que permiten realizar el seguimiento y control de los proyectos aprobados por convocatoria interna o externa. Este seguimiento se realiza mediante reuniones programadas con los investigadores principales de cada proyecto, detectando posibles productos de transferencia, condensándolos y clasificándolos en herramientas ofimáticas respecto a su nivel de transferencia (Inmediata, entre seis meses y año, y más de un año). El documento donde se almacena esta información no facilita evidenciar claramente el estado de los proyectos. Asimismo la información relacionada con presupuesto, facturación, proveedores, clientes y comunicación se administra por medio de una herramienta ofimática (Excel), dificultando el acceso a la información de manera oportuna.	<p><b>Director OTRI:</b> Encargado de controlar y realizar seguimiento a proyectos de investigación, identificando productos transferibles. Asimismo, gestiona las relaciones con empresas y controla la cotización de servicios de laboratorios.</p> <p><b>Director laboratorios de investigación:</b> Realiza las cotizaciones de los servicios y reporta ingresos generados por los laboratorios.</p> <p><b>Administrativo OTRI:</b> Control y seguimiento a la facturación de servicios. Gestiona la relación con proveedores de laboratorios.</p> <p><b>Líder de proyecto:</b> Entregar avances del proyecto junto con productos obtenidos.</p>
Entorno afectado	Objetivos
La problemática mencionada afecta a la OTRI, la unidad de gestión de I+D+i, los laboratorios y la oficina de contabilidad de la universidad, dado que para la unidad de gestión no es fácil conocer el estado de cada proyecto que se encuentra en ejecución y la producción generada hasta el momento. Del mismo modo, el control de ingresos y facturación por parte de los laboratorios de	<p>Conocer el estado de ejecución de los proyectos de investigación.</p> <p>Identificar los productos resultados de actividades de investigación a transferir.</p> <p>Realizar control sobre los servicios prestados por los laboratorios de investigación.</p>

investigación se ve impactado por la gestión de la información, ya que hay situaciones donde se presentan facturas atrasadas que genera un problema contable entre la OTRI y la oficina de contabilidad de la universidad.	Apoyar el proceso de toma de decisiones de la unidad de gestión de I+D+i.
--	---

## **D. Escenario de negocio: Servicios de laboratorios, salas de simulación y prototipado**

Este escenario comprende los servicios ofrecidos por los laboratorios de investigación, en donde se encuentran; laboratorio de absorción atómica, laboratorio de barrido electrónico, laboratorio de metalografía, laboratorio de diseño de circuitos impresos y laboratorio de prototipado (Ver tabla 5-6). Es de tener en cuenta que los servicios prestados por los laboratorios de investigación se clasifican en:

- **Servicios académicos:** Estos servicios se realizan para apoyar al estudiante en el desarrollo de su trabajo de grado, proyectos de aula, proyectos de semilleros y proyectos docentes. Es de destacar que estos proyectos pertenecen al escenario de negocio de formación para la investigación. De igual forma se realizan capacitaciones a estudiantes sobre equipos de laboratorio.
- **Servicios por investigación:** Estos servicios se realizan para apoyar el desarrollo de proyectos de investigación aprobados en el escenario de negocio de investigación científica y aplicada. En este caso el costo asociado a estos servicios se descuenta del presupuesto asignado al proyecto, mediante insumos solicitados por los laboratorios.
- **Servicios por convenios con otras entidades:** Estos servicios son solicitados por entidades externas y se efectúan en contraprestación de servicios recíprocos o por ejecución de proyectos en colaboración.
- **Servicios comerciales:** Son servicios solicitados por entidades externas en forma de contraprestación de servicios onerosos.

Los procesos que soportan los servicios ofrecidos por los laboratorios son:

- **Análisis de muestras.**

- Diseño de circuito integrado.
- Diseño de prototipado.
- Capacitaciones en equipos o ensayos.
- Mantenimiento de equipos.
- Administración de insumos.
- Control de servicios de laboratorios.

**Tabla 5-6. Análisis de escenario de negocio: servicios de laboratorios, salas de simulación y prototipado.**

Identificación del problema	Roles y responsabilidades
<p>El manejo de información de los laboratorios se lleva a cabo mediante diferentes formatos los cuales se encuentran almacenados en archivos físicos y digitales. La gestión de la información es lenta y dificulta conocer rápidamente las utilidades generadas por los servicios prestados. De igual forma se presenta escasa trazabilidad con respecto a las cotizaciones realizadas, perdiendo la oportunidad de realizar los servicios. Debido a esto es importante conocer el estado de las cotizaciones con el fin de gestionarlas adecuadamente por parte de la OTRI.</p> <p>Al mismo tiempo es pertinente conocer el mantenimiento que se les realiza a los equipos de laboratorio, con el propósito de efectuar mantenimientos preventivos sobre ellos y no correctivos, evitando sobre costos de laboratorio. De esta manera, se asegura que los equipos se encuentren en funcionamiento y en óptimas condiciones para el préstamo de servicios. También es de tener en cuenta el proceso de compra de reactivos y materiales para el desarrollo de ensayos, pruebas o servicios, ya que este proceso se realiza anualmente con base en el inventario del laboratorio.</p>	<p><b>Director de laboratorios:</b> Encargado de aprobar las órdenes de servicio, entrega de resultados, programar servicios de laboratorio y llevar control de inventarios.</p> <p><b>Cliente:</b> Solicitar servicio de laboratorios. El cliente puede ser un docente, estudiante o una persona externa a la universidad.</p> <p><b>Laboratorista:</b> Encargado de realizar ensayos, pruebas, impresiones de prototipos e informe de resultados.</p> <p><b>Director OTRI:</b> Gestionar servicios externos y llevar control de los servicios ofrecidos por los laboratorios.</p> <p><b>Vicerrector de investigación:</b> Aprobar las solicitudes realizadas por los docentes o estudiantes para el servicio de laboratorios.</p>
Entorno afectado	Objetivos
<p>Esta problemática afecta a las áreas funcionales de laboratorios, OTRI y unidad de gestión de I+D+i, dado que el flujo de información entre ellas es lento y afecta el proceso de toma de decisiones. De igual manera en las cotizaciones de servicios se presenta duplicidad de la información en la OTRI y en laboratorios, impactando negativamente en el control de estos y en la trazabilidad de los servicios.</p>	<p>Gestionar indicadores que permitan identificar claramente estado de insumos o materiales para servicios.</p> <p>Permitir la trazabilidad de las cotizaciones realizadas.</p> <p>Gestionar el mantenimiento a tiempo de los equipos de laboratorio por parte del departamento de compras.</p> <p>Gestionar y controlar los ingresos de servicios de laboratorios de investigación.</p>

## E. Escenario de negocio: Servicio de publicaciones

Este escenario de negocio comprende los procesos que facilitan la publicación de las obras bibliográficas derivadas de los proyectos de investigación. Dentro de este se encuentran; los libros resultados de investigación, los compilados de memorias de eventos, los artículos científicos, etc. Las actividades que se ejecutan en este escenario son controladas por la editorial ECCI y la editorial de la revista TECCIENCIA (Ver tabla 5-7).

Los procesos que soportan el servicio de publicaciones son:

- Proceso de edición revista TECCIENCIA.
- Convocatoria de publicación de libros.
- Proceso de edición de libros y revistas.

**Tabla 5-7. Análisis de escenario de negocio: servicio de publicaciones.**

Identificación del problema	Roles y responsabilidades
En cuanto a los procesos de edición y publicación de libros y revistas llevados a cabo por la editorial ECCI, se observa que la gestión de estos se realiza por medio de correo electrónicos y archivos digitales. Por otro lado, la información de los libros y revista que se encuentran actualmente en proceso se almacena en el ordenador del jefe editorial, dificultando el acceso a la misma cuando se desea tener información al respecto por parte de la alta dirección. Asimismo no existe ninguna herramienta que facilite identificar la cantidad de libros y revistas publicadas por la editorial. Por su parte la revista TECCIENCIA cuenta con su comité editorial encargado de administrar y gestionar los procesos de publicación y edición de la misma. Además de ello, la revista posee un <i>Open journal</i> donde son cargadas las diferentes publicaciones de la misma con sus respectivos identificadores bibliográficos.	<p><b>Comité editorial TECCIENCIA:</b> Encargado de recibir y revisar los artículos sometidos al proceso de publicación de la revista.</p> <p><b>Comité editorial:</b> Encargado de recibir y revisar las obras bibliográficas sometidas por los investigadores. También se encargan de gestionar la convocatoria para publicación de estas obras.</p> <p><b>Investigador:</b> Somete su producción bibliográfica para que sea revisada y publicada.</p> <p><b>Par externo:</b> Emite un concepto de evaluación sobre la pertinencia del artículo en el tema propuesto.</p> <p><b>Diagramador:</b> Encargado de diseñar la revista o libro a publicar.</p>
Entorno afectado	Objetivos
La revista TECCIENCIA cuenta con su plataforma tecnológica donde se gestiona y se administra los artículos publicados, sin embargo el proceso de selección de artículos no se encuentra soportado por ningún sistema. La sumisión de los artículos y la respuesta a estos se realiza por medio de correo electrónico, de igual forma se llevan a cabo los procesos de edición y publicación de las demás obras bibliográficas gestionadas por la editorial ECCI.	<p>Gestionar el proceso de publicación de obras bibliográficas.</p> <p>Gestionar indicadores que permitan visualizar el estado de los procesos de publicación y edición.</p>

### 5.1.2. Modelo operativo - Diagrama de procesos

Acorde con la gestión por procesos basado en la NTC-9001 [91] y la NTC-5801 [4], el diagrama de procesos de la vicerrectoría de investigación se ilustra en la figura 5-2. Este

diagrama se encuentra dividido por procesos estratégicos, misionales y de apoyo. En los procesos estratégicos está el proceso de gestión de I+D+i que interactúa con el proceso misional de investigación, en el que se lleva a cabo la investigación científica y aplicada, y la investigación formativa. Por su parte el proceso de investigación para llevarse a cabo necesita de los procesos de apoyo (Análisis y prototipado, transferencia de resultados de investigación y publicaciones). Estos procesos son inicializados siempre y cuando el proceso misional de investigación envíe la solicitud respectiva a cada uno de ellos, es decir si un proyecto de investigación necesita de los servicios de laboratorios, el proceso de análisis y prototipado será activado. De igual forma, cuando se desee registrar o transferir un producto obtenido por actividades de investigación el proceso de transferencia será activado, así mismo para el proceso de publicaciones. Es importante destacar que el proceso de gestión de la I+D+i presenta una retroalimentación del proceso de investigación, ya que esta permite gestionar los indicadores y trazar la estrategia necesaria para cumplir con los objetivos definidos.

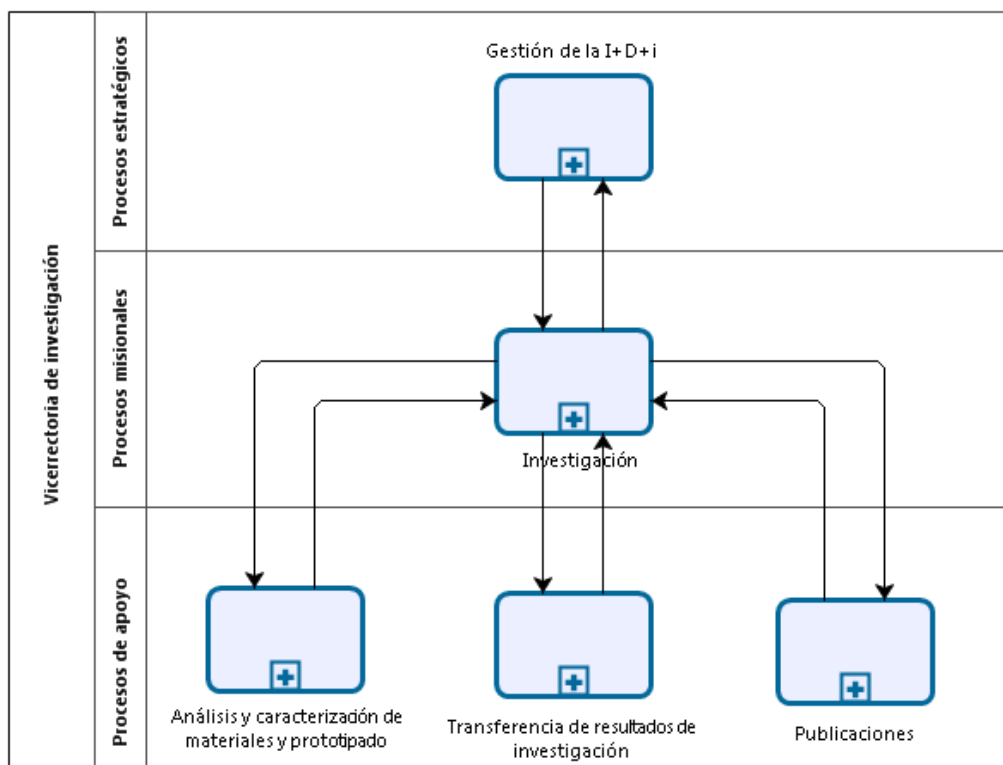
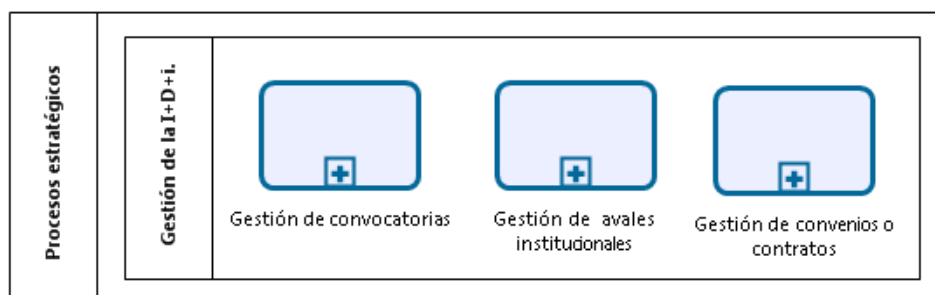


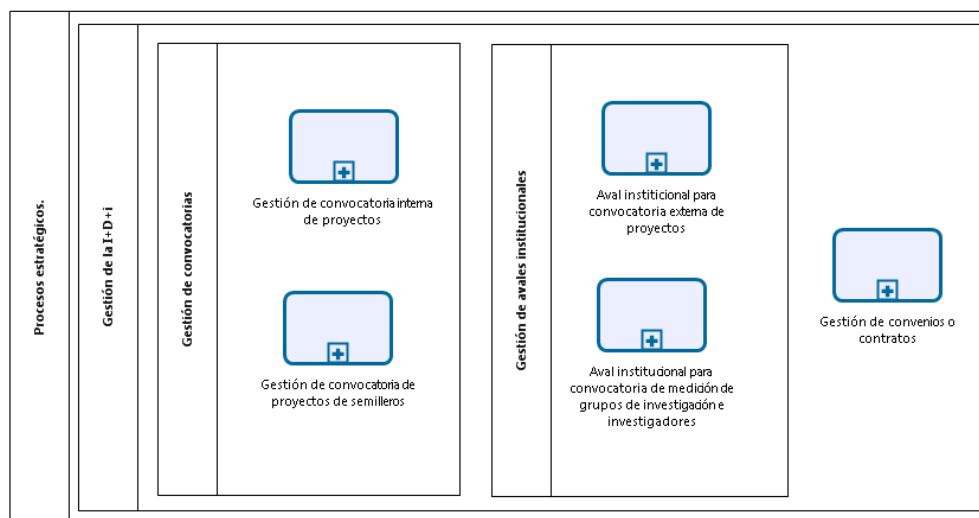
Figura. 5-2. Diagrama de procesos de vicerrectoría de investigación.

### 5.1.2.1. Procesos estratégicos

El proceso de gestión de I+D+i está conformado por el proceso de gestión de convocatorias, gestión de avales institucionales y gestión de convenios o contratos (Ver figura 5-3). Dentro de cada uno de estos procesos se encuentran definidos otros subprocesos (Ver figura 5-4). En el proceso de gestión de convocatorias se lleva a cabo la gestión de convocatoria interna de proyectos y de semilleros de investigación. De igual forma en el proceso de gestión de aval institucional se aprueba la participación de los grupos de investigación e investigadores en convocatorias externas. Por último, está el proceso de gestión de convenios o contratos en que se llega a un acuerdo para realizar proyectos macro de investigación con otras instituciones. Para revisar con más detalle los procesos referirse al Anexo A.



**Figura. 5-3. Procesos estratégicos de la vicerrectoría de investigación.**



**Figura. 5-4. Subprocesos estratégicos de la vicerrectoría de investigación.**

### 5.1.2.2. Procesos misionales

Dentro de los procesos misionales de la vicerrectoría de investigación se encuentran la gestión de investigación científica y aplicada y la investigación formativa (Ver figura 5-5). Estos dos procesos permiten llevar a cabo la investigación al interior de la universidad, en donde la investigación científica y aplicada se enfoca en la búsqueda de nuevo conocimiento, mientras que la formativa en generar una cultura de investigación en el estudiante que le permita más adelante llevar a cabo una investigación en sentido estricto (Ver figura 5-6). Para revisar con más detalle los procesos referirse al Anexo A.

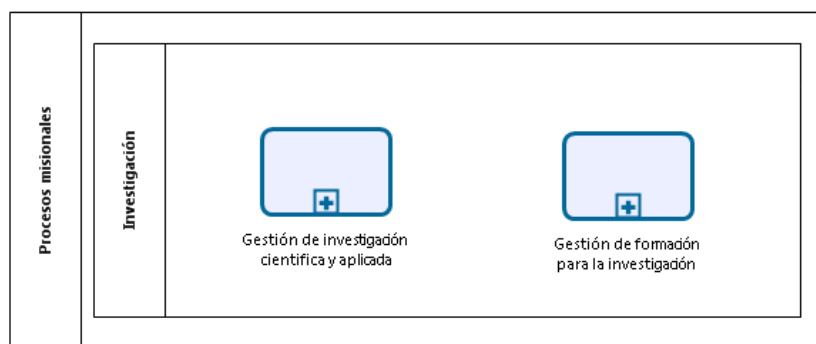


Figura. 5-5. Procesos misionales de la vicerrectoría de investigación.

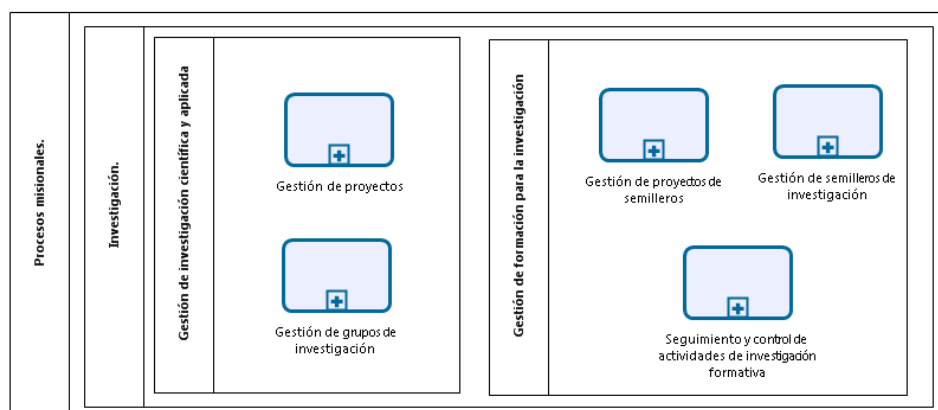


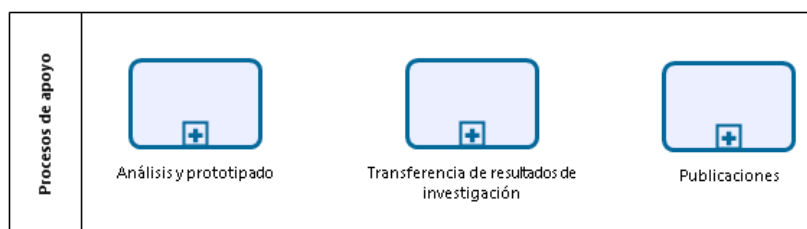
Figura. 5-6. Subprocesos misionales de la vicerrectoría de investigación.

### 5.1.2.3. Procesos de apoyo

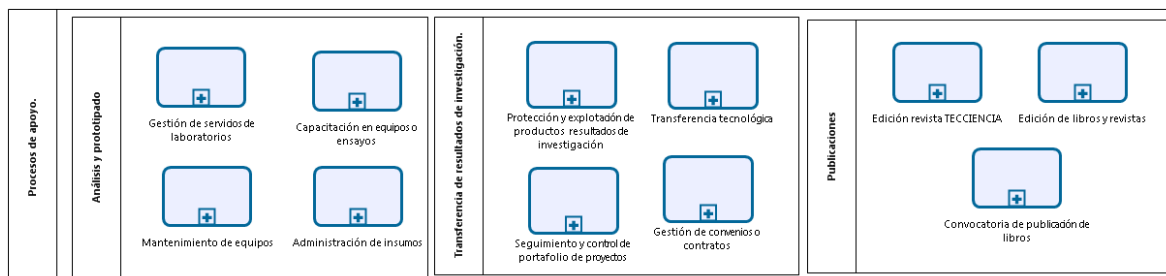
Estos procesos satisfacen los escenarios de negocio de laboratorios, salas de simulación y prototipado, transferencia de resultados de investigación y publicaciones (Ver figura 5-7). Al interior de estos procesos se encuentran otros subprocesos que soportan cada uno de ellos (Ver figura 5-8). El proceso de análisis y caracterización de materiales y prototipado



se encuentra conformado por los subprocesos; gestión de servicios de laboratorios, capacitación en equipos o ensayos, mantenimiento de equipos y gestión de insumos de laboratorios. Dentro del proceso de transferencia de resultados de investigación se encuentran los subprocesos; protección y explotación de productos resultados de investigación, transferencia tecnológica, seguimiento y control al portafolio de proyectos y gestión de convenios o contratos. Por último, los subprocesos del procesos de publicaciones son; la edición de la revista TECCIENCIA, edición de libros y revistas y la convocatoria de publicación de libros. Para revisar con más detalle los procesos referirse al Anexo A.



**Figura. 5-7. Procesos de apoyo de la vicerrectoría de investigación.**



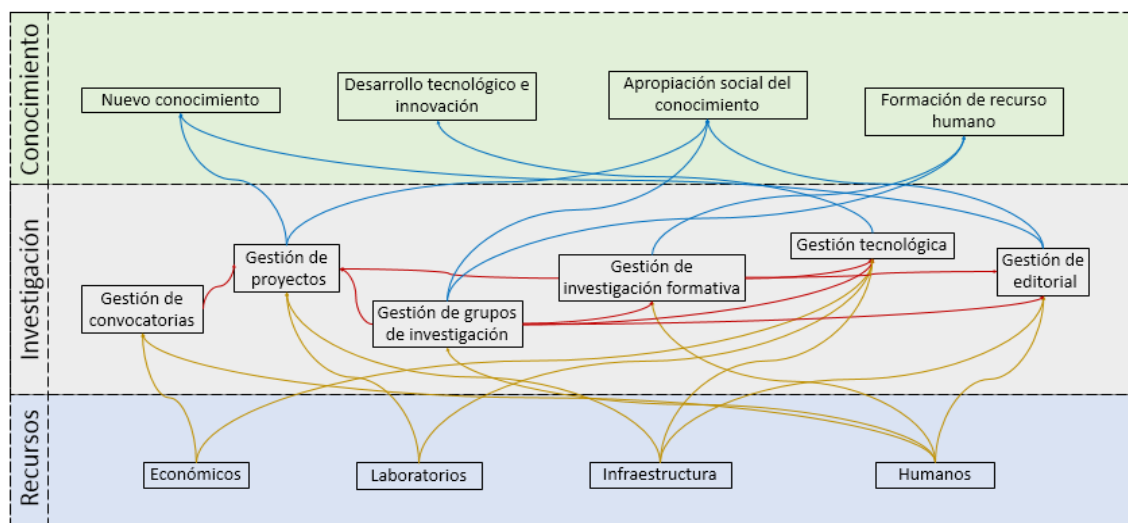
**Figura. 5-8. Subprocesos de apoyo de la vicerrectoría de investigación.**

## 5.2. Arquitectura objetivo (TO - BE)

### 5.2.1. Análisis estratégico

Teniendo en cuenta la información recopilada en el estado del arte, las direcciones de la dependencia, los servicios ofrecidos por éstas y el análisis realizado en los escenarios de negocio, se diseña el diagrama de solución de concepto que permite apreciar a un alto nivel la arquitectura objetivo, en la cual se alinean los recursos tanto físicos como económicos, con las diferentes actividades principales que se desprenden de la cadena de valor y de los procesos de la vicerrectoría de investigación, para conseguir el objetivo final de investigación que es obtención de conocimiento, que según Colciencias, se puede

especificar en cuatro tipologías: nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación, apropiación social de conocimiento y formación de recurso de humano (Ver figura 5-9).



**Figura. 5-9. Diagrama de solución de concepto.**

El diagrama de solución de concepto resume en gran medida la arquitectura objetivo propuesta, con base en el estado del arte y el análisis realizado en la vicerrectoría. La gestión de convocatorias surge dada la necesidad de la vicerrectoría de investigación de promover un banco de proyectos, del cual se eligen los mejores proyectos (a través de una evaluación realizada por un par evaluador). Esta característica es tomada en cuenta en el módulo de convocatorias de los sistemas de información de investigación a nivel local: HERMES, CURÑ o SIIU. La gestión de proyectos es vital para cualquier sistema de investigación como se pudo observar en el estado del arte. Todos los sistemas, ya fuese a nivel internacional como nacional, cuentan con una característica convertida en módulo que permite gestionar el ciclo de vida de los proyectos de investigación, además de brindar información sobre los proyectos que se encuentran en ejecución o han sido financiados. En el caso particular de la Universidad ECCI, la gestión de proyectos debe contar con el criterio de interoperabilidad definido por el CERIF, es decir en el desarrollo de este sistema se plantea a futuro poder interconectar el sistema de investigación con el sistema de compras para la asignación de recursos económicos en el desarrollo de un proyecto de investigación. De esta manera se evitarán retrasos en la ejecución de los proyectos debido a trámites administrativos en la asignación de recursos. Asimismo, al finalizar un proyecto de investigación se debe conocer el impacto del proyecto durante su ejecución, criterio de los RIM de EEUU que es importante incluir en el sistema. Es de tener en cuenta que la gestión

de proyectos, aporta a la tipología de nuevo conocimiento mediante la publicación de artículos científicos que contribuyen al estado del arte de un área en particular, al igual que los libros resultado de investigación. Por otro lado, la apropiación social de conocimiento se ve beneficiada de la gestión de proyectos mediante los diferentes eventos científicos que permiten analizar, divulgar y discutir ante diferentes actores sociales casos de generación de nuevo conocimiento [92].

La gestión de grupos de investigación es pertinente para la universidad, ya que estos son un referente ante Colciencias y el MEN porque permiten guardar el registro de la investigación que se realiza en la institución. Debido a esto y a que marcos como el CERIF establecen este criterio dentro de un sistema de investigación, la gestión de grupos es considerada dentro de la arquitectura objetivo. De igual manera, el criterio de interoperabilidad se debe establecer a futuro en la gestión de grupos de investigación para cargar la producción científica de estos en la plataforma SCIENTI de Colciencias y otorgar el aval institucional en la convocatoria de medición de grupos de investigación. Por otro lado, la gestión de investigación formativa considerada en los sistemas de información local y estipulada por la política de CTel es pertinente incluirla en la arquitectura objetivo, dado que permite gestionar la información referente a jóvenes investigadores y semilleros de investigación, aportando a la tipología de apropiación social del conocimiento en la que se generan espacios de participación en redes de conocimiento y estrategias pedagógicas para el fomento de la CTel como los anteriormente mencionados. La tipología de formación de recurso humano se impacta a través de los grupos de investigación mediante los diversos espacios para la formación de nuevos investigadores en los que se asesoran y se desarrollan tesis o trabajos de grado [92].

Por otro lado, la gestión tecnológica que permite proteger los resultados de investigación y transferirlos a la comunidad se incluye en la arquitectura de transición, permitiendo llevar un control sobre los productos resultados de actividades de investigación, así como lo hacen el marco CERIF o los sistemas RIM, verificando la cantidad de productos tecnológicos patentados o certificados que aportan a la tipología de desarrollo tecnológico e innovación definida por Colciencias en la que se incluyen [92]; las plantas piloto, los prototipos industriales, el desarrollo de software, etc. Por último se incluye la gestión de editorial, la cual promueve la transferencia de conocimiento científico a través de la revista TECCIENCIA y satisface la creación de líneas editoriales especificada en la política de

CTel. De igual manera, impulsa la convocatoria y publicación de libros que ayudan a transferir el conocimiento, fomentando la circulación de conocimiento especializado contemplado dentro de la tipología de apropiación social del conocimiento.

### 5.2.1.1. Actores de la arquitectura objetivo

Con base en el análisis de los procesos y escenarios de negocio se identifican los actores de la arquitectura para el diseño de esta (Ver tabla 5-2).

**Tabla 5-2. Actores de negocio.**

Actores	Descripción
Director de unidad de I+D+i	Es un miembro de la alta dirección, encargado de tomar decisiones estratégicas. Interactúa con el vicerrector de investigación para la aprobación de proyectos, avales institucionales y definición de convocatorias. Así mismo aprueba el presupuesto de materiales, insumos y equipos necesarios para investigación.
Vicerrector de investigación	Se encarga de operacionalizar las decisiones estratégicas. Interactúa con el director de la unidad de la I+D+i para la aprobación de proyectos, avales institucionales y definición de convocatorias.
Líder de grupo de investigación	Gestiona las actividades de investigación al interior de grupo y verifica la producción de los investigadores. Avala proyectos que representan al grupo de investigación.
Director de formación para la investigación	Docente adscrito a la vicerrectoría de investigación con funciones administrativas. Se encarga de gestionar y controlar la producción de formación para la investigación en la universidad.
Docente de investigación	Gestiona proyectos de investigación, reporta productos resultados de actividades de investigación y de formación los cuales son cargados al grupo.
Asistente de investigación	Apoya los diferentes procesos de investigación.
Director de programa	Define los docentes de programa responsables de formación en la investigación y el líder de comité de investigación del programa.
Líder de comité de investigación del programa	Docente de programa, escogido por el director de programa. Avala las solicitudes de los semilleros de investigación.
Director OTRI	Docente adscrito a la vicerrectoría de investigación con funciones administrativas. Se encarga de gestionar la alianza universidad – empresa, realiza seguimiento a los proyectos de investigación, identificando y protegiendo productos transferibles.
Director de laboratorios	Docente adscrito a la vicerrectoría de investigación con funciones administrativas. Se encarga de gestionar los servicios de laboratorios, mantenimiento de equipos y gestiona los materiales e insumos para el préstamo de servicios.
Laboratorista	Reporta los servicios y capacitaciones realizadas, al igual que los insumos utilizados.
Par externo	Encargado de evaluar la profundidad científica de artículos, libros y proyectos de investigación, en caso de que el comité evaluador solicite el concepto.

Actores	Descripción
Estudiante	Presenta proyectos de investigación a través de semilleros o convocatoria interna. De igual forma solicita servicios de laboratorios.
Cliente interno	Personal adscrito a la universidad que solicita servicios de laboratorios.
Cliente externo	Universidades o empresas que solicitan servicios de laboratorios o consultorías científicas.

### 5.2.2. Modelo operativo - Vista de los procesos de la vicerrectoría de investigación

La arquitectura de negocio define la relación existente entre los actores y los procesos de negocio, la cual se instaura por medio de un servicio de negocio que es consumido por el actor para ejecutar determinada actividad dentro del proceso. Para cada uno de los macro procesos de la vicerrectoría se diseñó la arquitectura de negocio, que combinados entre sí establecen la arquitectura de negocio de la dependencia.

#### 5.2.2.1. Procesos estratégicos

Esta arquitectura se enfoca en gestionar las diferentes convocatorias que permiten llevar a cabo la investigación tanto a nivel científica, aplicada y formativa. La arquitectura de negocio se diseñó teniendo en cuenta la manera en que las universidades tanto a nivel internacional como nacional implementan este tipo de procesos, el cual se lleva a cabo mediante el fomento de convocatorias en proyectos de investigación e innovación en áreas estratégicas.

#### A. Gestión de convocatoria interna de proyectos

Este proceso interactúa con los actores bajo tres servicios de negocio: definir términos de convocatoria, evaluar proyecto y aprobar proyecto. El proceso inicia cuando es consumido el servicio definir términos de convocatoria por parte del director de la unidad de I+D+i y el vicerrector de investigación, para publicar la convocatoria, el cual es soportado por el servicio convocatoria suministrado por la aplicación gestión de convocatoria. Después de que la convocatoria ha sido publicada, el estudiante o el docente investigador se pueden presentar a ella mediante el subproceso someter proyecto, soportado por la aplicación gestión de proyectos (Ver figura 5-15). Es importante resaltar que dentro del subproceso gestión de proyectos se debe avalar el proyecto presentado por parte del director de grupo de investigación al cual pertenece el proyecto. A la hora de someter el proyecto en la convocatoria, se observa la interacción entre los diferentes procesos de negocio; gestión

de convocatoria interna de proyectos y gestión de proyectos a través del subproceso someter proyecto. Posteriormente cuando el proyecto es registrado en la convocatoria, se realiza la evaluación del mismo mediante el servicio evaluar proyecto por parte del comité evaluador, el cual solicitará un par externo si lo cree conveniente. Esta evaluación es soportada por el servicio evaluar proveído por la aplicación gestión de proyectos. Dependiendo del resultado de la evaluación, el proyecto es aprobado por parte del vicerrector de investigación y el director de la unidad de I+D+i (Ver figura 5-10).

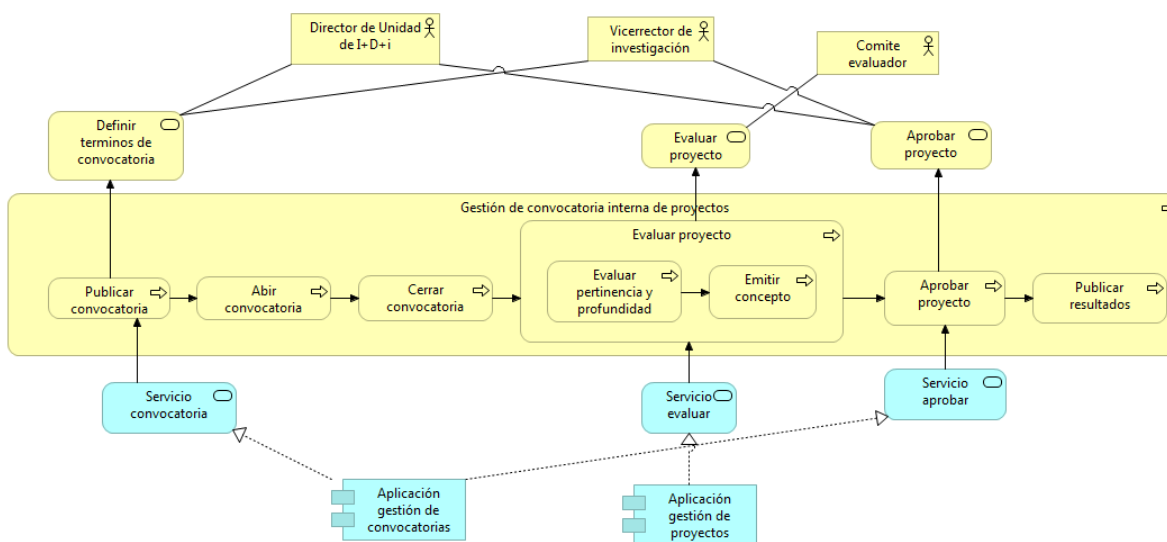


Figura. 5-10. Gestión de convocatoria interna de proyectos.

**Análisis de la arquitectura:** Esta arquitectura busca disminuir los tiempos muertos o de espera entre las diferentes actividades como la aprobación de la convocatoria para ser publicada, la evaluación de los proyectos sometidos y la publicación de los proyectos aprobados, ya que actualmente se fija un cronograma para la convocatoria, pero debido a los diferentes trámites administrativos muy pocas veces se cumple, retrasando la ejecución de los proyectos aprobados. Asimismo, se pretende radicar el proyecto digitalmente eliminando el uso de papel para presentar el proyecto de investigación a ser financiado. Por otro lado, a la hora de publicar los resultados de la convocatoria también será informado el investigador al que no se le ha aprobado su proyecto con su respectiva justificación, ya que actualmente solo es informado el investigador que se le financia el proyecto.

## B. Gestión de convocatoria de proyectos de semilleros de investigación

Este proceso es similar al proceso de gestión de convocatoria interna de proyectos, la diferencia radica en los actores que interactúan en él, dado que el proyecto es presentado por líder del semillero de investigación y debe ser avalado por el líder del comité de investigación del programa académico (Ver figura 5-16). Asimismo, la evaluación del proyecto es realizada por el comité evaluador definido en los términos de referencia de la convocatoria (Ver figura 5-11).

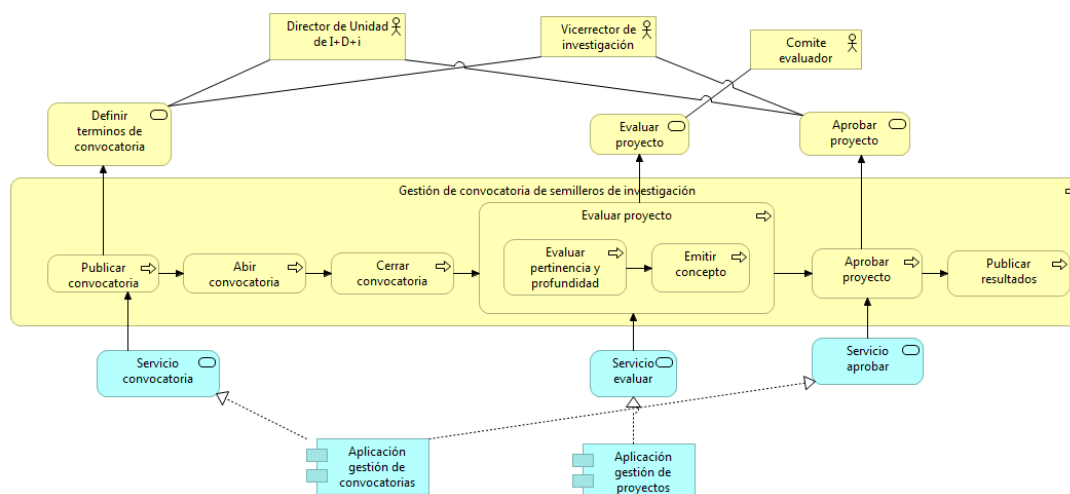
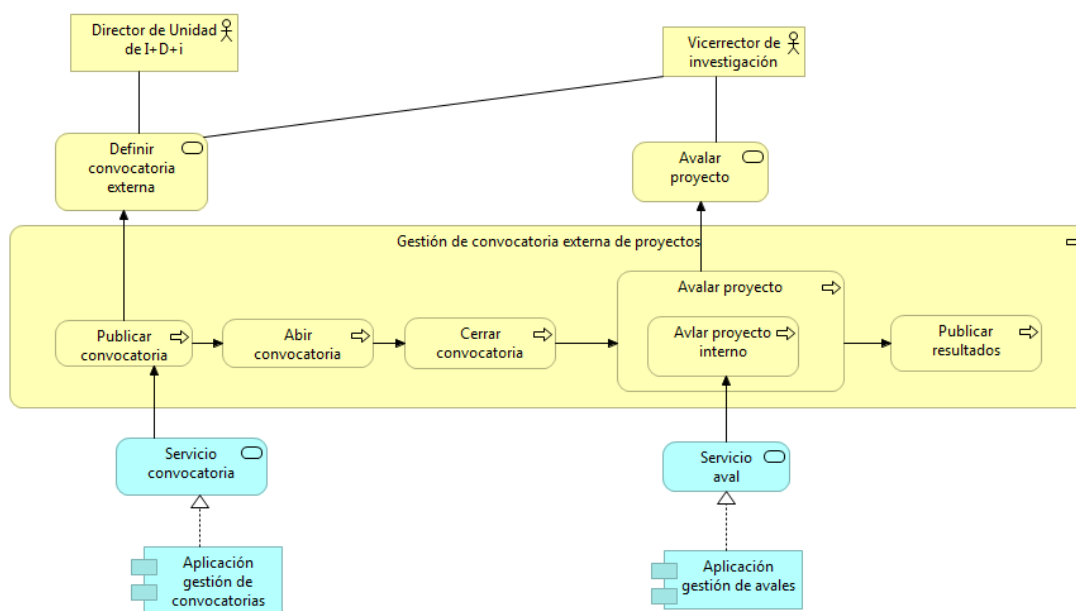


Figura. 5-11. Gestión de convocatoria de proyectos de semilleros de investigación.

**Análisis de la arquitectura:** Como este proceso se ejecuta de igual forma al proceso de gestión de convocatoria interna, presenta la misma problemática. Debido ello, esta arquitectura pretende disminuir los tiempos muertos durante la ejecución del mismo, informar la no aprobación del proyecto sometido y radicar el proyecto digitalmente.

## C. Aval de convocatoria externa de proyectos

En este caso la convocatoria externa debe ser identificada y posteriormente publicada por el vicerrector de investigación. De igual manera, el docente investigador que desee participar en la convocatoria debe registrar el proyecto de investigación para su posterior revisión por parte del director de la unidad de I+D+i y el vicerrector de investigación (Ver figura 5-17). Según el concepto emitido entre el director de la unidad y el vicerrector de investigación, el proyecto obtiene el aval institucional por medio del servicio aval proveído por la aplicación gestión de aval (Ver figura 5-12).



**Figura. 5-12. Aval de convocatoria externa de proyectos.**

**Análisis de la arquitectura:** Cuando una convocatoria externa es identificada, el investigador que se desea presentarse a ella realiza los trámites correspondientes para someter su proyecto. Algunas veces el proyecto es sometido y la vicerrectoría de investigación no está al tanto del mismo. Debido a lo anterior, esta arquitectura busca identificar las convocatorias externas que son de interés para la institución y difundirlas en la comunidad universitaria para obtener su correspondiente aval institucional. De esta manera, el proyecto debe ser sometido ante la unidad de gestión de I+D+i para otorgar el aval, logrando así conocer y tener control sobre los proyectos que se presentan a entidades externas.

## D. Aval convocatoria medición de grupos

Este proceso es soportado por la plataforma SCIENTI de Colciencias. Inicialmente el docente investigador se encarga de actualizar su CvLAC mediante el servicio registrar producción. En seguida el director de grupo actualiza el GrupLAC por medio del servicio vincular producción. Finalmente, el asistente de investigación verifica la producción vinculada al grupo y el vicerrector de investigación otorga el aval institucional al grupo para participar en la convocatoria (Ver figura 5-13).



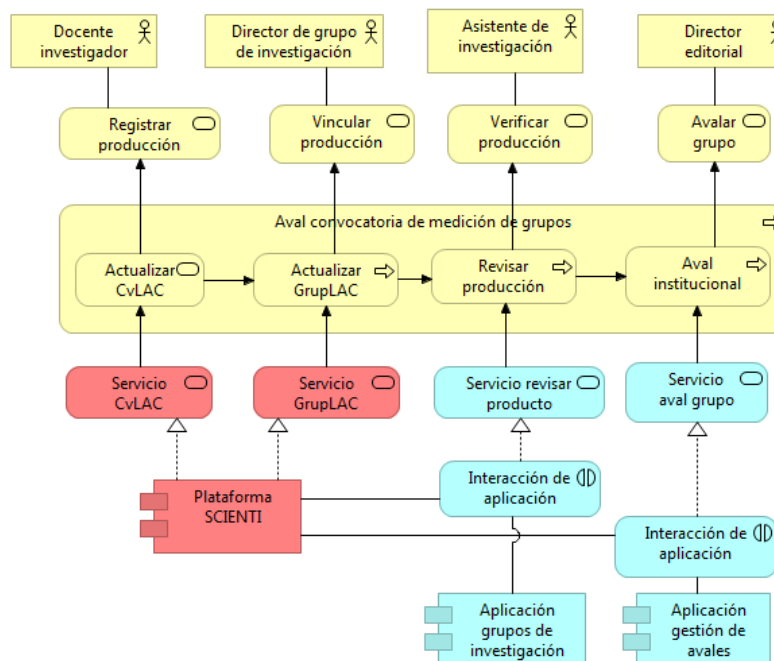


Figura. 5-13. Aval convocatoria medición de grupos.

**Análisis de la arquitectura:** Esta arquitectura busca contrastar la información registrada en los aplicativos de la plataforma SCIENTI, con un repositorio de productos institucional, el cual se actualiza por medio del medio de proceso “vincular producto” de la aplicación gestión de grupos de investigación (Ver figura 5-22). De esta manera se puede verificar la información y otorgar el aval institucional por medio de un servicio web que sería ideal desarrollar a futuro, para interactuar con el InstituLAC de Colciencias.

#### 5.2.2.2. Procesos misionales

La arquitectura diseñada para los procesos misionales se enfoca en gestionar la información referente a los proyectos de investigación y grupos de investigación de manera similar a la gestión realizada por los CRIS en base al CERIF. De igual forma, las actividades de la política de CTel como son el desarrollo a proyectos de investigación, de competencias científicas y tecnológicas y el apoyo a proyectos de investigación y jóvenes investigadores son consideradas en esta arquitectura. Por otro lado, teniendo en cuenta la característica del CERIF de conectividad con otros sistemas de información tanto a nivel institucional como interinstitucional, sería importante desarrollar una interoperabilidad entre el proceso de gestión de proyectos y el departamento de compras con el propósito de disminuir retrasos asociados a los proyectos de investigación por la compra de insumos, materiales

o equipos necesarios para estos. Asimismo, la interoperabilidad a nivel interinstitucional se podría desarrollar con respecto a la plataforma SCIENTI de Colciencias, con el propósito de contrastar la información diligenciada en este sistema en cuenta a productos resultados de actividades de investigación, como se mencionó anteriormente.

## **A. Gestión de proyectos – Someter proyecto**

El proceso de gestión de proyectos está conformado por dos subprocesos; someter proyecto y ejecución de proyecto (Ver figura 5-14). El subproceso someter proyecto es consumido por el servicio de negocio someter proyecto. Este proceso permite tanto al docente investigador como al estudiante, diligenciar y someter el proyecto bajo el servicio registrar proyecto de la aplicación gestión de proyectos. Por otro lado, el subproceso avalar proyecto es ejecutado por el líder de grupo de investigación cuando el proyecto a someter es en una convocatoria interna, o por el líder del comité de investigación del programa académico, cuando el proyecto a someter es en una convocatoria de semilleros de investigación. Cabe tener en cuenta que los actores que interactúan con el proceso cambian de acuerdo al tipo de convocatoria (Ver figura 5-15, 5-16). Por otro lado, si el proyecto se va a someter a una convocatoria externa no necesita un aval de grupo o comité de investigación para ser radicado (Ver figura 5-17). Ahora bien, si un estudiante decide presentarse a una convocatoria interna y no se encuentra vinculado a ningún grupo de investigación, puede someter el proyecto sin el aval respectivo.

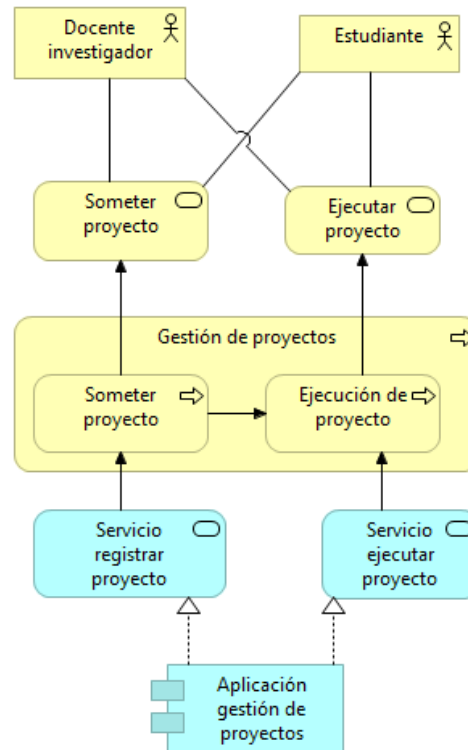


Figura. 5-14. Gestión de proyectos.

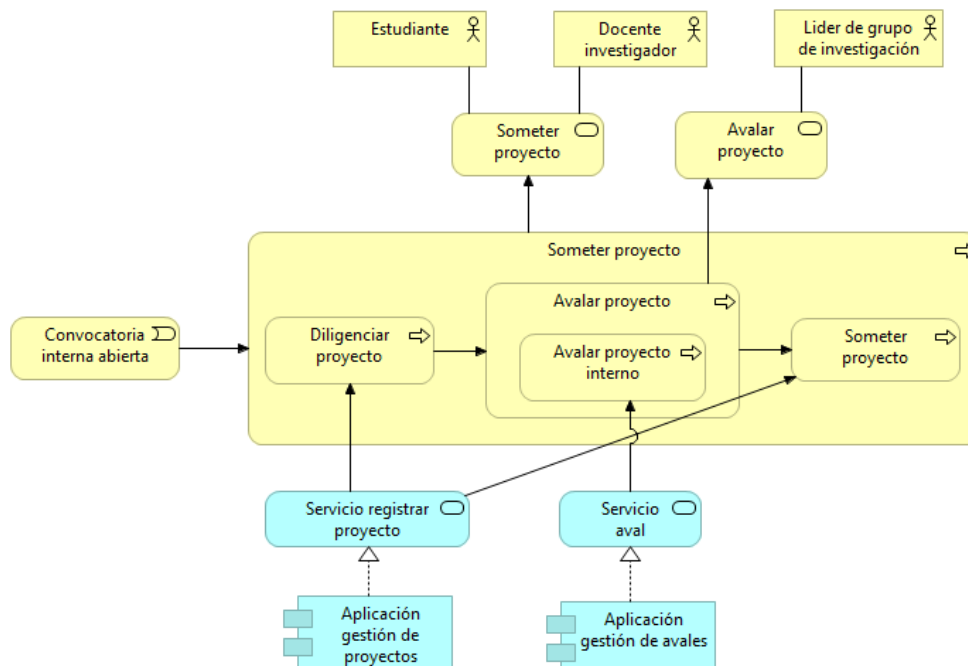


Figura. 5-15. Someter proyecto - Convocatoria interna de proyectos.

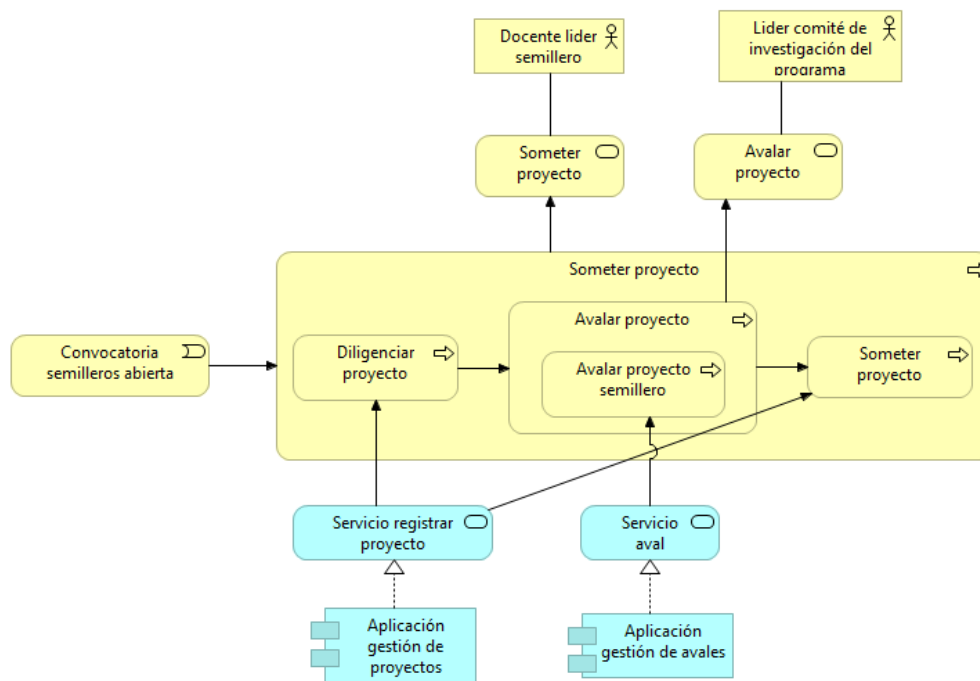


Figura. 5-16. Someter proyecto - Convocatoria interna de semilleros de investigación.

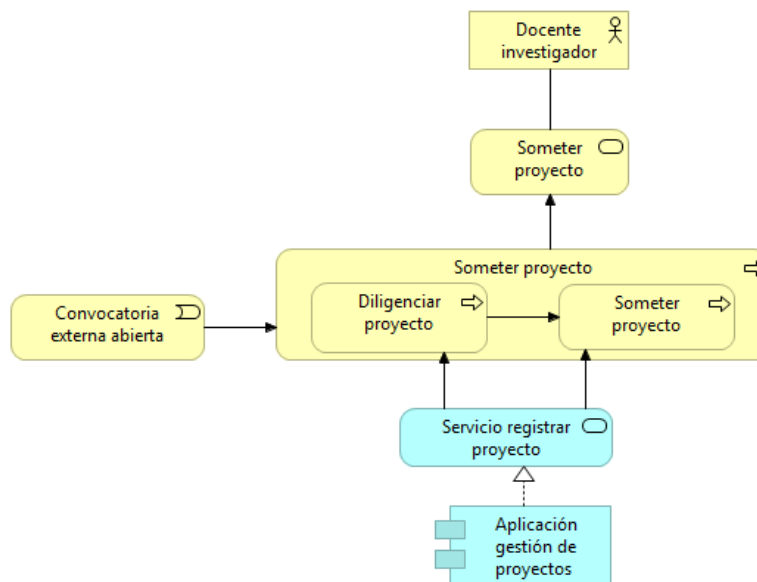


Figura. 5-17. Someter proyecto - Convocatoria externa de proyectos.

**Análisis de la arquitectura:** Esta arquitectura de negocio facilita radicar el proyecto digitalmente y distribuirlo entre el comité evaluador de manera automática una vez se haya cerrado la convocatoria, eliminando la tarea y optimizando el tiempo en que la asistente de

investigación recibe los proyectos, los organiza y posteriormente los entrega al comité evaluador. De igual forma, una ventaja de esta arquitectura es que la persona encargada de avalar el proyecto puede revisar el proyecto antes de avalarlo, ya que actualmente se solicita el aval al líder de grupo o de comité de investigación del programa y estos actores no alcanzan a revisar y a conocer el proyecto avalado por la misma premura del tiempo.

## B. Gestión de proyecto - Ejecución de proyecto

Si el proyecto es aprobado en la convocatoria interna de proyectos o de semilleros de investigación, es ejecutado el subproceso ejecución de proyecto (Ver figura 5-14). El proceso ejecución de proyecto facilita el control de los proyectos aprobados en las convocatorias. Este inicia mediante el servicio de negocio diligenciar acta de inicio por parte del docente investigador o el estudiante, estableciendo además del cronograma de actividades el cronograma de rubros. En este punto es importante tener en cuenta una integración a futuro con la aplicación de gestión de compras con el propósito de alinear el proceso de compras con los requerimientos de los proyectos de investigación. Otro servicio de negocio concerniente a este proceso es el de realizar informe de seguimiento por parte del investigador principal. Cuando el proyecto es terminado, por medio del servicio diligenciar acta de cierre se realiza el acta, la cual debe ser aprobada por el vicerrector de investigación (Ver figura 5-18).

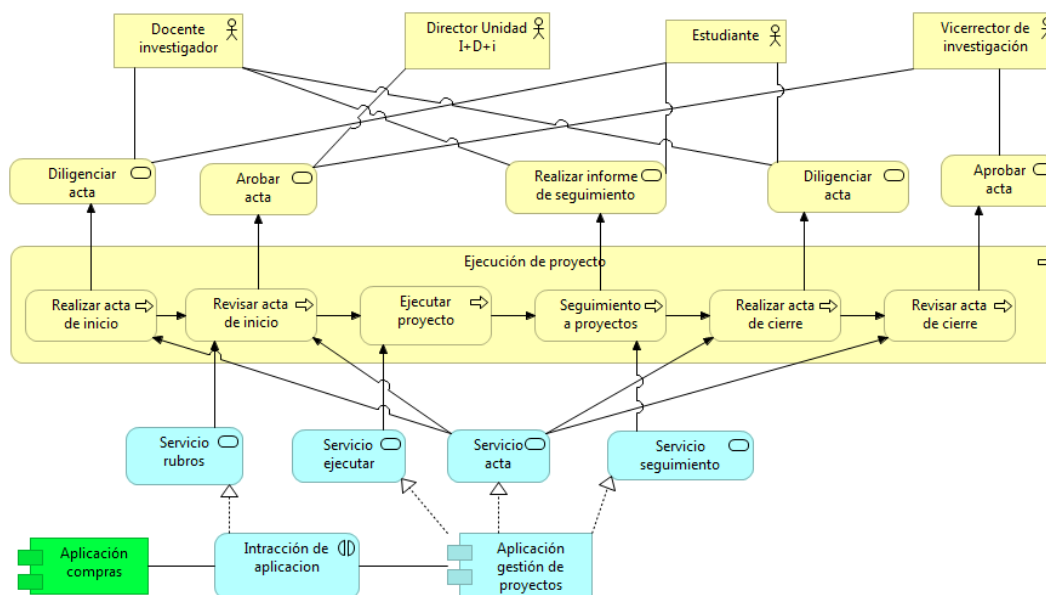


Figura. 5-18. Ejecución de proyecto.

**Análisis de la arquitectura:** La arquitectura de negocio planteada busca gestionar la ejecución del proyecto de forma más eficiente que como se gestiona actualmente, ya que si el proyecto es aprobado siempre existe un tiempo muerto entre informar al investigador principal del resultado y que el investigador principal realice el acta de inicio. Ahora con esta arquitectura no más se informe al investigador, automáticamente se activará la tarea realizar acta de inicio. Por otro lado, alinear el cronograma de actividades con el cronograma de rubros es de vital importancia para optimizar los tiempos de ejecución del proyecto, ya que actualmente se aprueba el recurso para un proyecto y cuando el investigador necesita ejecutarlo se presentan retrasos en el proyecto, debido a los trámites administrativos para aprobar el presupuesto solicitado.

De igual forma, el seguimiento a proyectos deberá realizarse en la fecha establecida para entregar el informe de seguimiento, optimizando esta actividad y eliminando las reuniones programadas con cada investigador principal para conocer el estado del proyecto. Por último, cuando el investigador haya cumplido con los productos que se comprometió entregar, él podrá diligenciar el acta de cierre de proyecto, la cual será aprobada por el vicerrector de investigación verificando los cumplimientos de los compromisos adquiridos. De esta manera, se evita que el investigador cierre el proyecto sin haber cumplido con los compromisos adquiridos.

### **C. Gestión de grupos de investigación**

El proceso gestión de grupos de investigación se ha definido en cuatro subprocesos con el propósito de gestionarlo adecuadamente. Estos subprocesos son: crear grupo de investigación (Ver figura 5-19), definición de plan de trabajo de grupo (Ver figura 5-20), gestión de integrantes (Ver figura 5-21) y vincular producto (Ver figura 5-22).

El subproceso crear grupo de investigación interactúa con dos servicios de negocio, crear grupo y evaluar grupo, los cuales son consumidos por el líder de grupo y el vicerrector de investigación. Posteriormente, si el grupo es reconocido por la institución se registrará la información respectiva del grupo en el GrupLAC. Es de tener en cuenta que esta integración se enuncia en la arquitectura objetivo pero no se desarrolla en el prototipo (Ver figura 5-19).



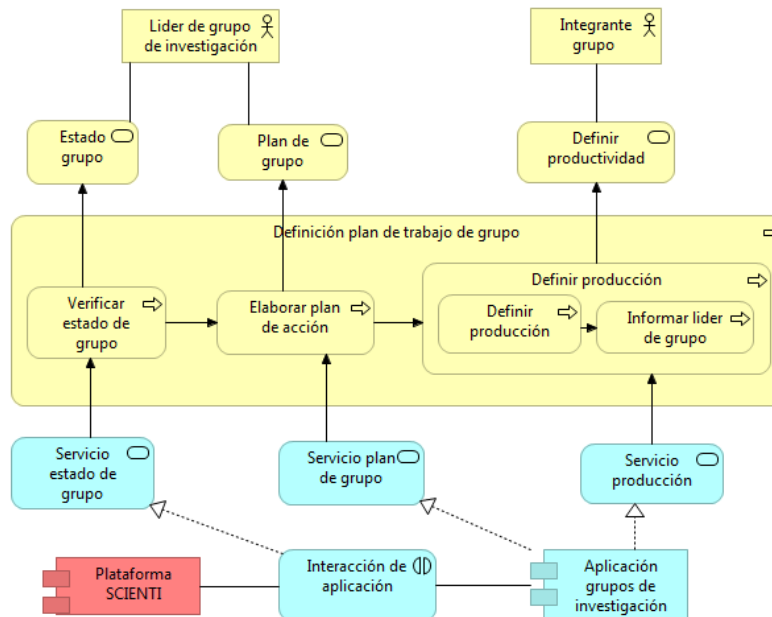


Figura. 5-20. Definición plan de trabajo de grupo.

El subproceso gestión de integrantes cuenta con dos servicios de negocio, los cuales permiten vincular o desvincular integrantes al grupo de investigación, por parte del líder del grupo (Ver figura 5-21).

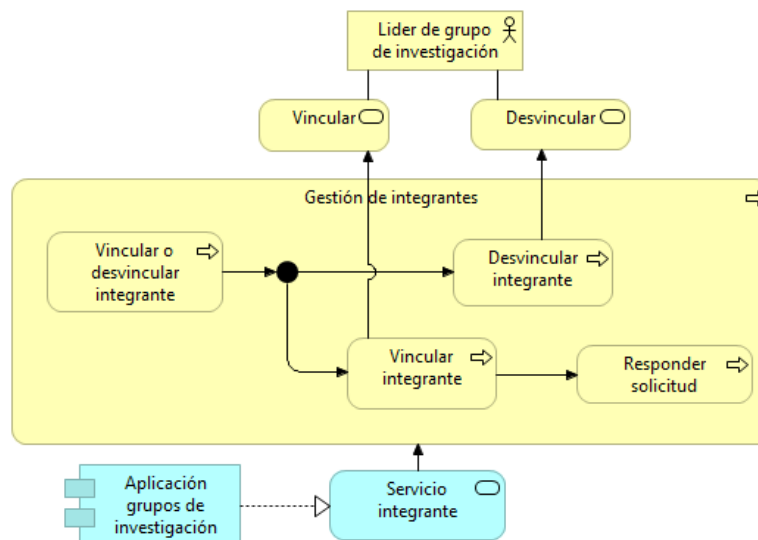
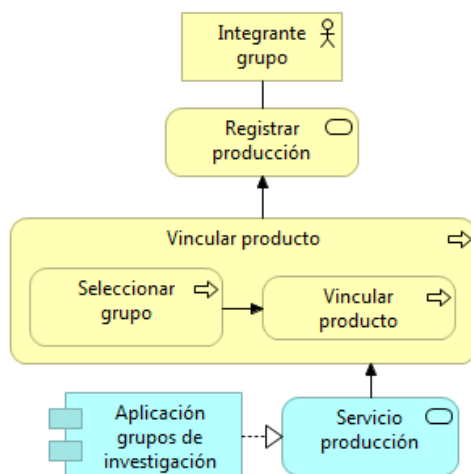


Figura. 5-21. Gestión de integrantes.

Por último, el subproceso vincular producto permite al integrante de grupo registrar la producción obtenida de acuerdo al compromiso adquirido mediante el subproceso definir producción (Ver figura 5-22).





**Figura. 5-22. Vincular producto.**

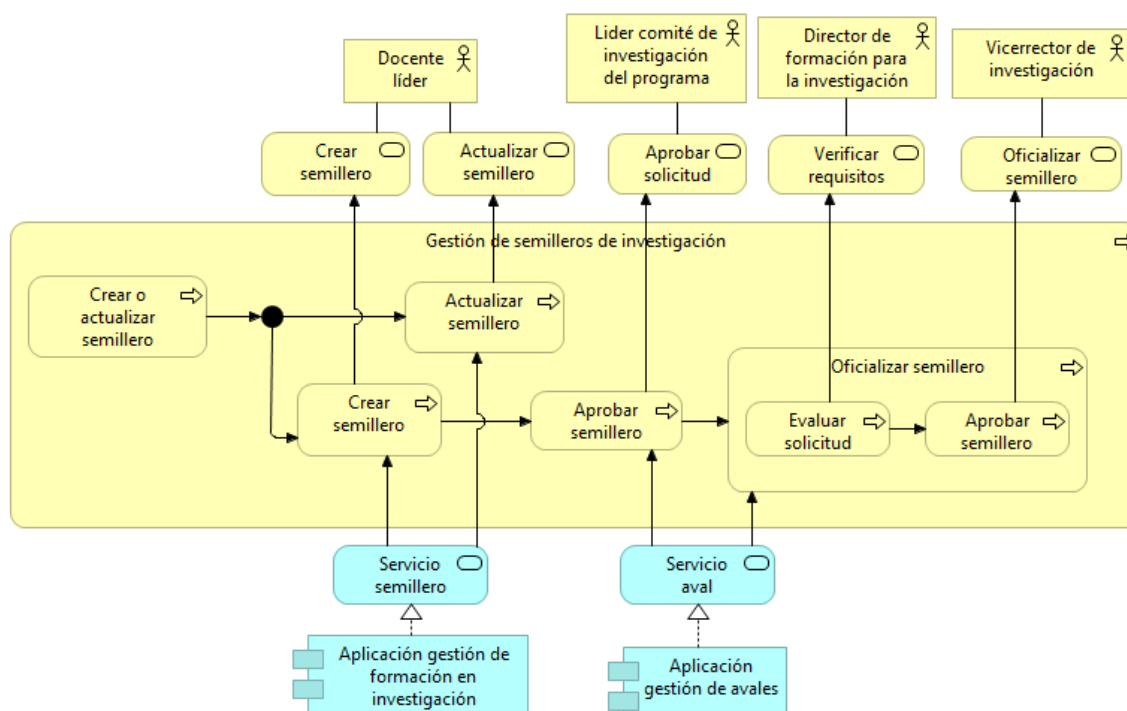
**Análisis de la arquitectura:** Esta arquitectura pretende gestionar de una manera más eficiente la información referente a los grupos de investigación y no depender de la plataforma SCIENTI de Colciencias como pasa actualmente. Por el contrario, busca una integración con esta plataforma para mantener actualizada la información. Asimismo, permite tener el control de los grupos de investigación pertenecientes a la institución, ya que actualmente, si algún docente lo desea puede ingresar al GrupLAC y registrar el grupo como perteneciente a la institución, creando registros no deseados en el InstituLAC, los cuales por razones suficientes no son avalados por la institución.

De igual forma, esta arquitectura busca comprometer el integrante de grupo con determinada productividad, la cual es verificada posteriormente por el líder de grupo y bajo este concepto, puede conocer fácilmente los aportes de cada integrante al grupo, gestionando su vinculación en el mismo.

## **D. Gestión semilleros de investigación**

Este proceso cuenta con cinco servicios de negocio. Los servicios crear semillero y actualizar semillero permiten inscribir o actualizar el semillero de investigación. El servicio aprobar solicitud es consumido por el líder de comité de investigación del programa para avalar la solicitud presentada a la vicerrectoría de investigación. Cuando la solicitud es presentada, el director de investigación formativa se encarga de verificar los requisitos y dependiendo de esta evaluación el vicerrector de investigación aprueba la creación del semillero. Todo este proceso es soportado por los servicios de aplicación semillero y aval

de las aplicaciones gestión de formación para la investigación y gestión de avales respectivamente (Ver figura 5-23).



**Figura. 5-23. Gestión semilleros de investigación.**

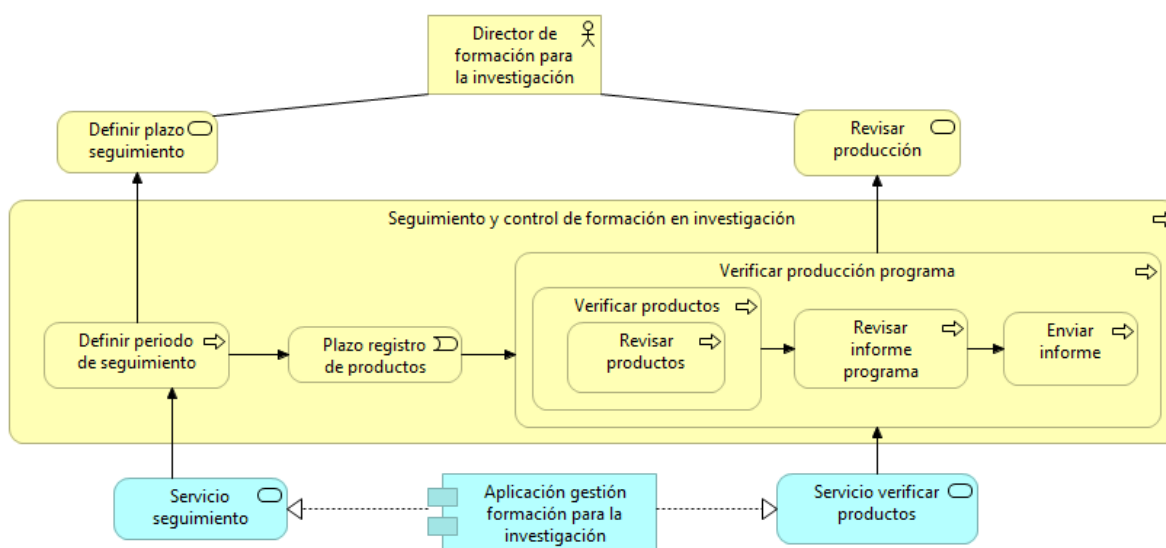
**Análisis de la arquitectura:** Esta arquitectura optimiza los tiempos para oficializar el semillero de investigación. De igual forma, facilita al líder del semillero actualizar la información correspondiente al semillero. Por otro lado, permite conocer rápidamente cuantos semilleros se encuentran activos en la universidad, ya que actualmente hay que esperar a que cada dirección de programa entregue la información para conocer este indicador.

## E. Seguimiento a actividades de formación para la investigación

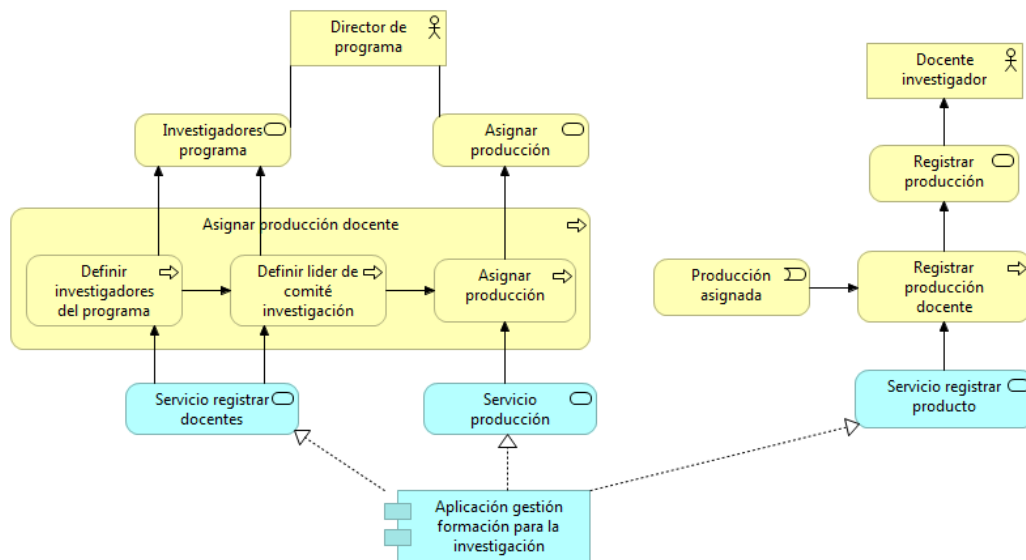
El proceso de seguimiento de actividades de formación para la investigación se ha diseñado en cuatro subprocesos para su correcto funcionamiento. El primero de ellos y en el que se lleva el control de todo este proceso es el proceso seguimiento y control de formación en investigación (Ver figura 5-24). Este cuenta con dos servicios de negocio; definir plazo seguimiento y revisar producción. El servicio definir plazo seguimiento permite definir las fechas límites para ejecutar los subprocesos asignar producción docente y registrar

producción docente (Ver figura 5-25). Por otro lado, el servicio revisar producción, facilita verificar si el docente cumplió con los compromisos adquiridos en la asignación de productos.

El subproceso asignar producción docente permite al director de programa, registrar los docentes del programa encargados de realizar actividades de investigación formativa, además de definir el líder del comité de investigación. Cuando la producción es asignada, se activa el subproceso registrar producción docente que facilita al docente registrar su producción en el transcurso del semestre, para posteriormente ser evaluado (Ver figura 5-25).



**Figura. 5-24. Seguimiento a actividades de formación para la investigación.**



**Figura. 5-25. Asignar producción y registrar producción docente.**

**Análisis de la arquitectura:** Esta arquitectura busca cumplir con el cronograma establecido en el proceso de seguimiento de actividades de formación para la investigación, ya que actualmente algunas direcciones de programa no suministran la información a tiempo retrasando la ejecución del proceso. Por otro lado, se elimina la actividad de asignar perfiles a los docentes seleccionados, ya que una vez sea seleccionado el docente y a asignada su producción por parte del director de programa, automáticamente se activará el subproceso asignar producción docente, facilitando al docente en cuestión registrar su producción hasta la fecha límite. Por último, esta arquitectura de negocio permite contrastar fácilmente la productividad del docente con los compromisos adquiridos, mediante el subproceso verificar producción del programa reduciendo la carga para el director de formación en investigación.

### 5.2.2.3. Procesos de apoyo: Análisis, caracterización de materiales y prototipado

Esta arquitectura está orientada a la gestión de servicios, mantenimiento de equipos y de insumos y materiales de laboratorio y busca dar soporte al desarrollo de proyectos de investigación. De igual manera la integración de los procesos de mantenimiento de equipos, solicitud de insumos y materiales con el departamento de compras es importante para disminuir la demora en los tiempos de ejecución de mantenimiento y compra de equipos, materiales e insumos.

## A. Gestión de servicios de laboratorios

Este proceso permite tanto al cliente interno como externo solicitar servicios de los laboratorios. Cuando el servicio es solicitado el vicerrector de investigación se encarga de revisar y aprobar la solicitud. Una vez el servicio ha sido aprobado se cotiza el servicio por el director de laboratorios mediante el servicio de negocio realizar cotización. Posteriormente el cliente que solicita el servicio diligencia la orden de servicio, y la cadena de custodia si se desea realizar un análisis fisicoquímico o de absorción atómica. Posteriormente, el director de laboratorios revisa la orden de servicio y la aprueba si todo está correcto. Por último, se entregan los resultados o el producto del servicio prestado (Ver figura 5-26).

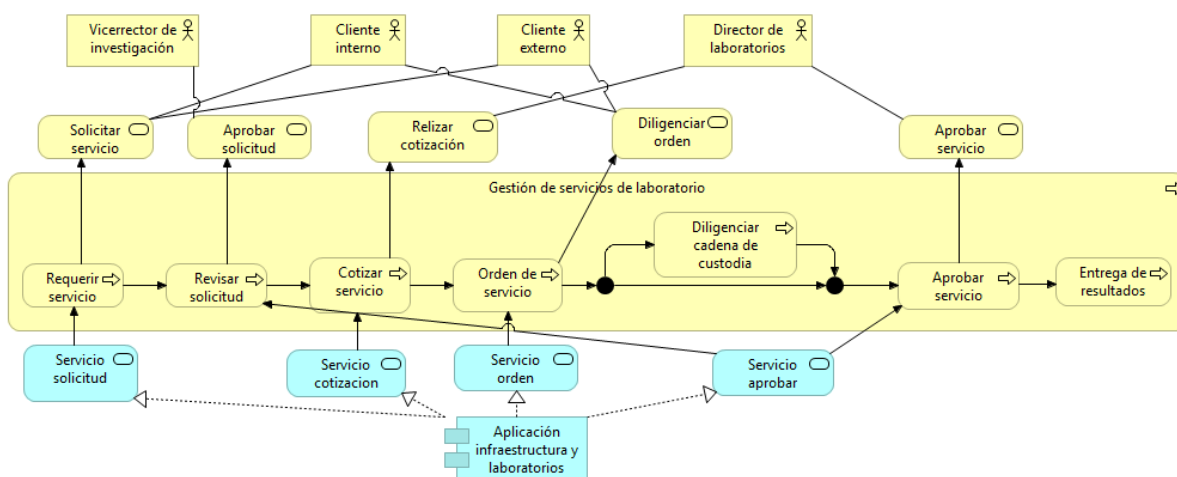


Figura. 5-26. Gestión de servicios de laboratorios.

**Análisis de la arquitectura:** La arquitectura de negocio planteada anteriormente, define el mismo canal de comunicación para el cliente interno como externo, centralizando las solicitudes y facilitando la trazabilidad de las mismas, ya que en algunos casos cuando el cliente es interno se ha hecho la solicitud de manera verbal, dificultando el seguimiento de esta. Por otro lado, el registro de los resultados y envío de los mismos al cliente, permite conocer a la alta dirección los servicios que se han prestado por cada laboratorio en el momento que esta lo requiera.

## B. Capacitación en equipos

El proceso de capacitación en equipos es similar al proceso de gestión de servicios de laboratorios. En este el cliente solicita la capacitación por medio del servicio de negocio

solicitar capacitación. De igual manera, esta solicitud debe ser revisada y aprobada por el director de laboratorios y el vicerrector de investigación. Posteriormente se realiza la cotización, la orden de servicio respectiva y se registra la capacitación realizada (Ver figura 5-27).

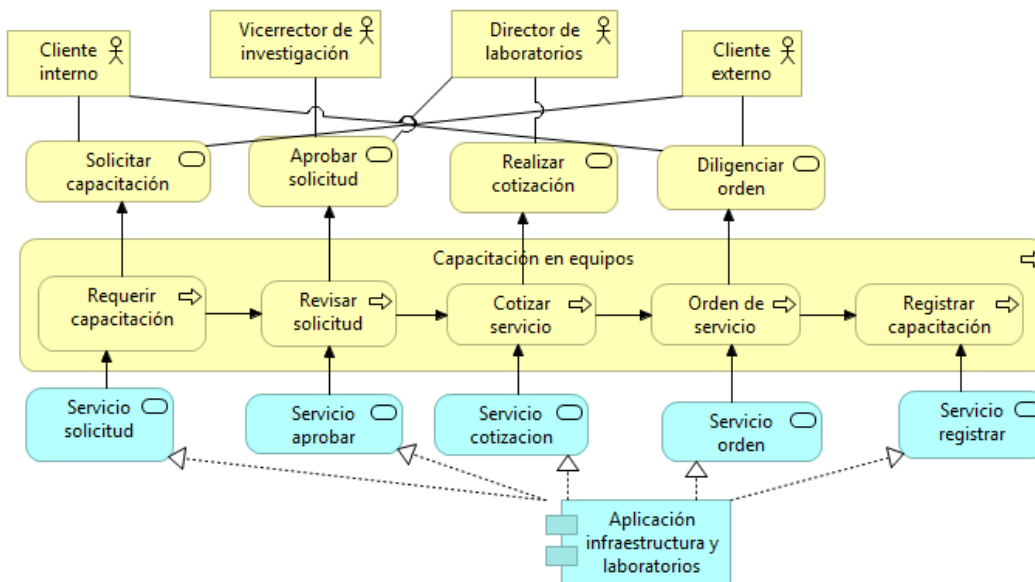


Figura. 5-27. Capacitación en equipos.

**Análisis de la arquitectura:** De igual forma que el proceso de gestión de servicios, este proceso define un mismo canal de comunicación para cliente interno y externo. Asimismo, facilita el control de las capacitaciones realizadas en los laboratorios gracias al registro de la capacitación, ya que actualmente es necesario revisar dentro de los archivos físicos del laboratorio las capacitaciones que se han prestado.

## C. Mantenimiento de equipos

Para este proceso se define un cronograma que establece el mantenimiento preventivo de los equipos del laboratorio. Cuando es necesario realizar un mantenimiento, por medio del servicio de negocio diligenciar solicitud el director de laboratorio solicita el mantenimiento respectivo. Esta solicitud es revisada por el vicerrector de investigación, el director de la unidad de I+D+i y el director de compras quienes deben aprobarla. Una vez es aprobado se diligencia la orden de compra, se revisa y se aprueba la orden por el director de la unidad de I+D+i y el director de compras mediante el servicio aprobar orden de la aplicación gestión

de compras perteneciente a otro departamento de la universidad. Finalmente se registra el mantenimiento realizado (Ver figura 5-28).

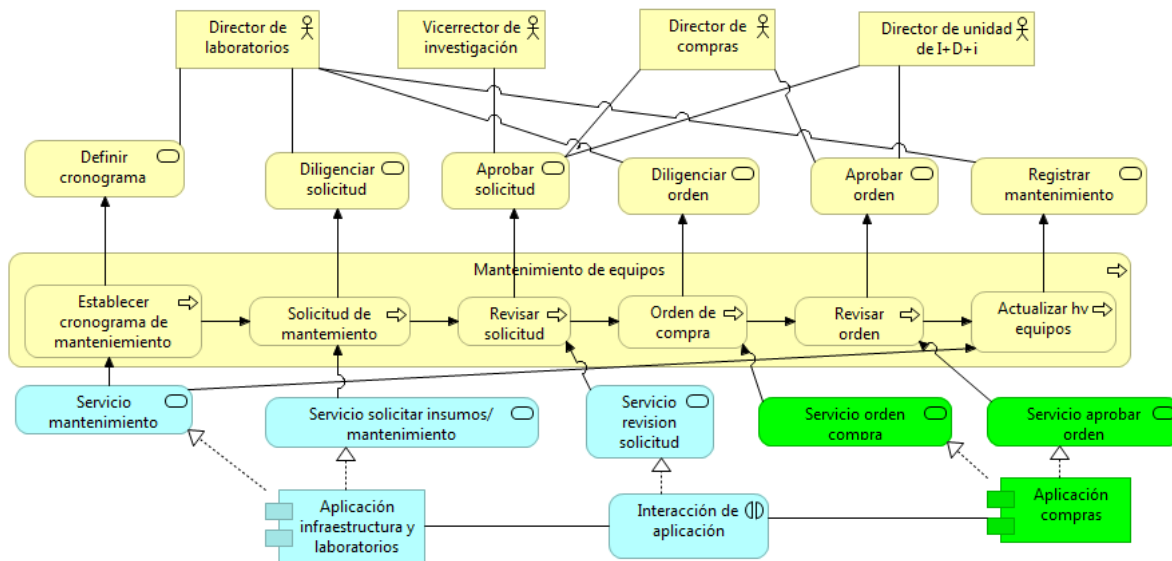


Figura. 5-28. Mantenimiento de equipos.

**Análisis de la arquitectura:** La mayoría de los casos cuando se ejecuta este proceso es para realizar un mantenimiento correctivo. La arquitectura propuesta define un cronograma de mantenimiento el cual se establece con base a la vida útil del equipo y se actualiza respecto a la cantidad de ensayos. De igual forma, cuando un mantenimiento es solicitado actualmente debe ser aprobado por diferentes actores, el cual afecta la dinámica del proceso, por esta razón esta arquitectura busca que se apruebe simultáneamente la solicitud de mantenimiento eliminando reprocesos.

## D. Gestión de insumos

El proceso de gestión de insumos facilita el control de los insumos de laboratorios. Cuenta con siete servicios de negocio que permiten registrar los insumos que se encuentran en stock; descargarlos cuando son utilizados, diligenciar la solicitud y la orden de compra de los mismos, al igual que la aprobación y actualización de estos. Este proceso también interactúa con la aplicación de compras externa a la dependencia (Ver figura 5-29).

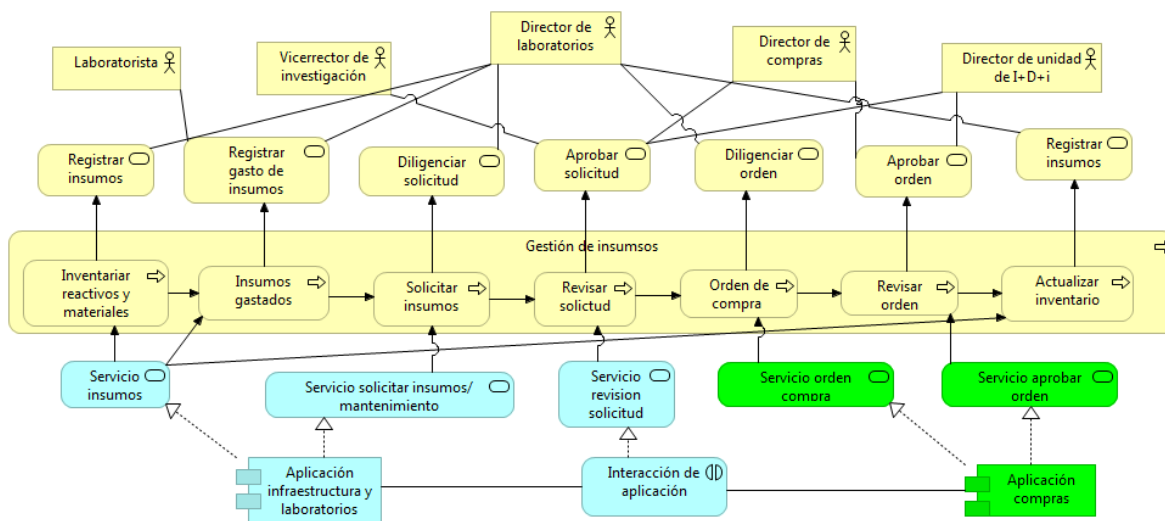


Figura. 5-29. Gestión de insumos.

**Análisis de la arquitectura:** La arquitectura planteada en el proceso de gestión de insumos permite centralizar la información, evitando las múltiples hojas de datos que se utilizan actualmente para gestionar el inventario. Por otro lado, cuando un insumo es solicitado este también debe ser aprobado por múltiples actores, esta arquitectura de negocio permite revisar la solicitud al mismo tiempo por el vicerrector de investigación, el director de la unidad y compras, eliminando reprocesos.

#### 5.2.2.4. Procesos de apoyo: Transferencia de resultado de investigación

La arquitectura de negocio diseñada en las figuras 5-30 a 5-32, soportan las actividades de la política de CTel relacionadas con los mecanismos de articulación de I+D, transferencia tecnológica, protección y explotación de resultados de investigación, seguimiento y evaluación de proyectos financiados, soportados por los módulos de gestión de productos de investigación y apoyo a la gestión tecnológica de los sistemas de información de investigación de universidades nacionales.

#### A. Seguimiento al portafolio de proyectos

El seguimiento al portafolio de proyectos inicia cuando el director OTRI define el plazo máximo para radicar el informe de seguimiento de los proyectos de determinada convocatoria. El subproceso transferencia tecnológica se ejecuta siempre y cuando la convocatoria a la que se le esté haciendo seguimiento sea la interna de proyectos. En este

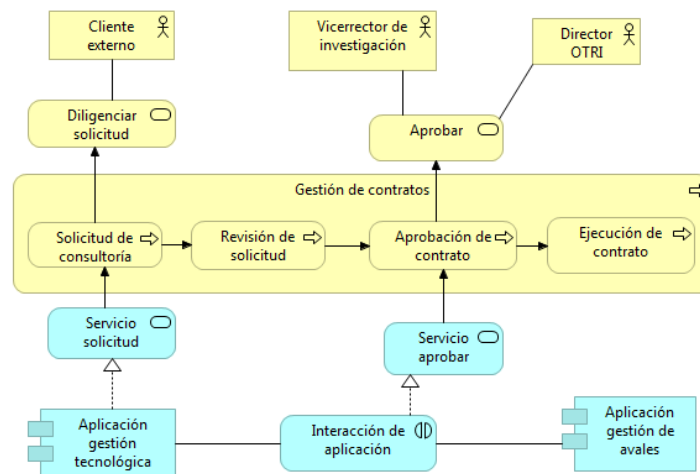




protección y explotación, ya que actualmente la gestión de estos es demorada dado que no hay claridad sobre qué productos se desean transferir.

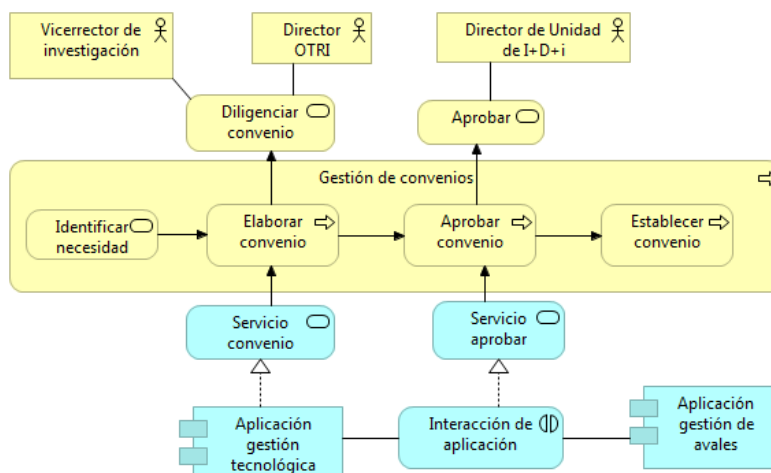
## B. Gestión de convenios y contratos

Este proceso permite a la OTRI gestionar con clientes contratos para consultorías o servicios de laboratorios. Para ello, el cliente debe diligenciar su solicitud, la cual es revisada posteriormente por el vicerrector de investigación y el director de la OTRI (Ver figura 5-31).



**Figura. 5-31. Gestión de contratos.**

Este proceso cuenta con dos servicios de negocio; diligenciar convenio y aprobar. El primer servicio permite estructurar y documentar el convenio con las instituciones respectivas para posteriormente ser aprobado por el director de la unidad de I+D+i (Ver figura 5-32).



**Figura. 5-32. Gestión de convenios.**

**Análisis de arquitectura:** Las arquitecturas planteadas anteriormente permiten acceder fácilmente a los convenios establecidos en investigación con otras instituciones, potenciando el desarrollo de proyectos interinstitucionales, ya que actualmente muy pocos investigadores conocen qué convenios existen con otras instituciones.

### 5.2.2.5. Procesos de apoyo: Publicaciones

Esta arquitectura se orienta a soportar la actividad de la política de CTel que define líneas editoriales en ciencia y tecnología para la publicación de resultados de investigación. De igual forma tiene relación con la característica de resultado del CERIF en la que gestiona la información referente a publicación y deja una evidencia de la producción alcanzada de la línea editorial.

#### A. Edición de revista TECCIENCIA

El proceso de edición de la revista TECCIENCIA provee cinco servicios de negocio; definir términos de convocatoria, someter artículo, pertenecía, profundidad científica, respuesta del artículo. El primer permite publicar la convocatoria de recepción de artículos. Cuando la convocatoria es abierta el investigador puede someter el artículo para su posterior evaluación, la cual es realizada por medio de los servicios de pertinencia y profundidad científica. El resultado de la evaluación es notificado a los autores y ellos pueden conocerlos por medio del servicio respuesta del artículo. Es de tener en cuenta que todo este proceso se realiza mediante la plataforma de *Open Journal* que posee la revista TECCIENCIA (Ver figura 5-33).

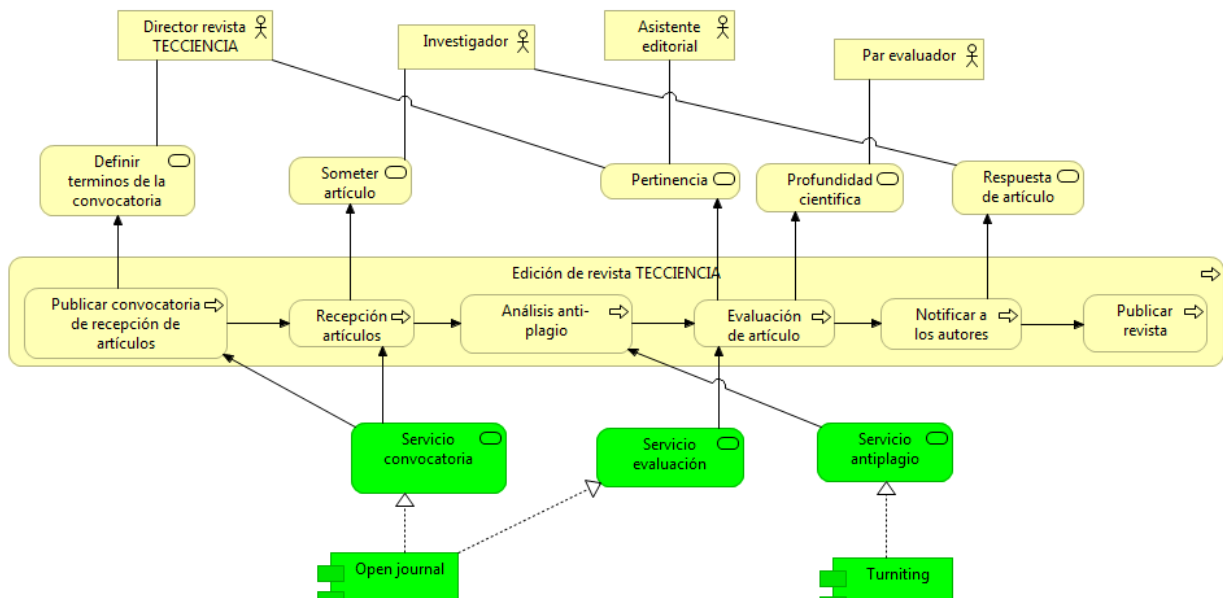


Figura. 5-33. Edición de revista TECCIENCIA.

**Análisis de arquitectura:** La arquitectura diseñada para el proceso de edición de revista TECCIENCIA, no sufre ninguna modificación porque el proceso actual se ejecuta de manera óptima y la plataforma que utiliza responde a las necesidades de la revista.

## B. Convocatoria de publicación de libros

El proceso de publicación de libros cuenta con los mismos servicios del proceso de edición de la revista TECCIENCIA. Sin embargo, este proceso es soportado por otras aplicaciones; la aplicación gestión de convocatoria que provee el servicio de convocatoria para lanzar la convocatoria de publicación de libros y la aplicación gestión editorial que suministra dos servicios de aplicación para el registro de obras y evaluación de las mismas (Ver figura 5-34 y 5-35).

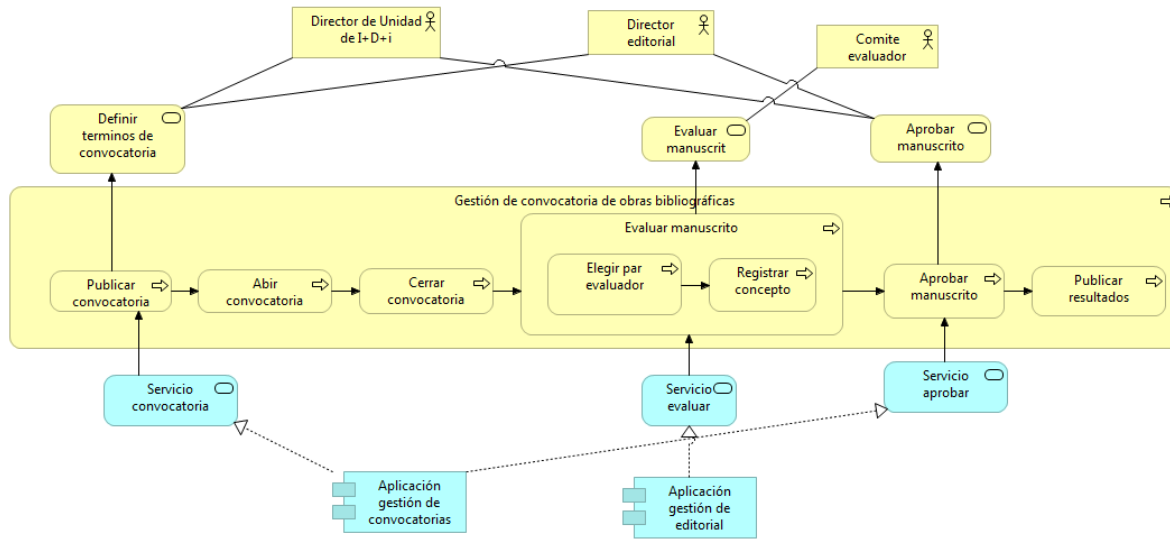


Figura. 5-34. Convocatoria de publicación de libros.

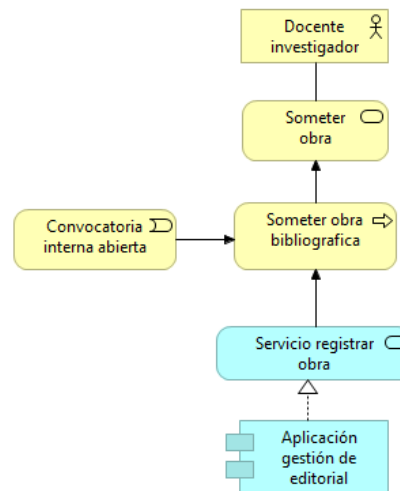


Figura. 5-35. Someter obra bibliográfica.

**Análisis de la arquitectura:** Esta arquitectura optimiza los tiempos de la convocatoria como se mencionó anteriormente en la gestión de convocatoria interna de proyectos. De igual forma, permite el registro de obras digitalmente, facilitando controlar la edición de las mismas. Asimismo, el subproceso evaluar manuscrito facilita la elección del par evaluador y el envío del manuscrito al mismo para su correspondiente evaluación, optimizando este proceso que actualmente consume suficiente tiempo en la elección del par evaluador.

## C. Edición

El proceso de edición permite realizar correcciones a la obra, la diagramación y el trámite correspondiente para la catalogación de la obra. Este proceso cuenta con dos servicios de negocio; realizar correcciones y aprobar diagramación, los cuales son soportados por los servicios de aplicación estilo y diagramación proveídos por la aplicación gestión editorial (Ver figura 5-36).

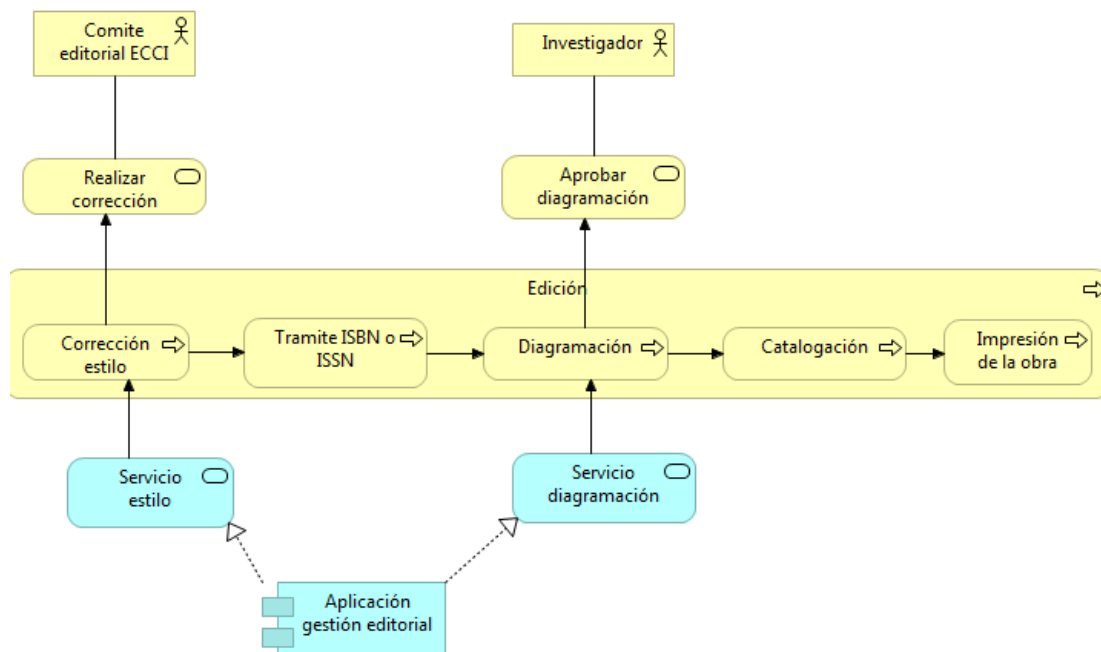


Figura. 5-36. Edición.

**Análisis de la arquitectura:** Esta arquitectura permite controlar la ejecución del proceso de edición, ya que la publicación de estas se demora más de lo establecido inicialmente, además de definir los tiempos e informar al autor sobre el estado de su obra.

## 5.3. Análisis de brechas

Teniendo en cuenta el análisis realizado en los escenarios de negocio, la retroalimentación obtenida por parte de los *stakeholders* con base a los diagramas BPMN, la arquitectura de objetivo planteada y su correspondiente análisis entre el AS-IS y el TO-BE, se realiza el análisis de brecha para cada uno de los procesos mostrados en el numeral 5.1.2. Para realizar este análisis TOGAF propone una matriz en la que se contrastan los elementos que

se encuentran en el AS-IS contra los que se proponen en el TO-BE y con base a esta comparación, se establece si el elemento es incluido, eliminado o ligeramente cambiado (posible coincidencia), como se observa en la tabla 5-8, donde se realiza el análisis de brecha para el proceso de seguimiento y control de actividades de formación para la investigación. En esta se puede observar que en la fila “Nuevo” se describe la brecha que existe entre las dos arquitecturas y la mejora que se realiza en el TO-BE. Asimismo, en la columna “Eliminado”, se establecen los elementos a eliminar del AS-IS, debido a que no son necesarios en el TO-BE. Por ejemplo, para el caso en cuestión la actividad “asignar perfiles” no es necesaria en el TO-BE, dado que cuando se definan los investigadores por cada dirección de programa, el sistema automáticamente los reconocerá y les permitirá registrar la producción que les fue asignada.

**Tabla 5-8. Seguimiento y control de actividades de formación para la investigación.**

Arquitectura base	Arquitectura objetivo				Eliminado
	Actualizar investigadores	Carga de productos	Revisar evidencias	Generar informe de cumplimiento	
Actualizar investigadores	Posible coincidencia				
Asignar perfiles					Excluido
Cargar productos		Incluido			
Revisar evidencias			Posible coincidencia		
Generar informe de cumplimiento				Incluido	
<b>Nuevo</b>	Brecha: Definir en la plataforma los investigadores con la disponibilidad horaria		Brecha: Contrastar productividad con compromisos asignados		

Este análisis es llevado a cabo con cada uno de los procesos mostrados anteriormente. Sin embargo, con el propósito de visualizar más fácilmente el análisis realizado a cada proceso con sus respectivas brechas, se decidió presentarlo de manera argumentativa justificando cada una de las brechas identificadas.

### 5.3.1. Procesos estratégicos

Las brechas identificadas en los procesos estratégicos se encuentran en la tabla 5-9. La arquitectura objetivo de estos procesos se definió buscando soportar cuatro actividades de la política de CTel contenidas en el estado del arte; convocatorias para la financiación de

proyectos de investigación e innovación en áreas estratégicas, seguimiento y evaluación de proyectos financiados, y la elaboración de lineamientos que fomenten la investigación y la formación de investigadores a través de los semilleros de investigación y jóvenes investigadores.

**Tabla 5-9. Análisis de brechas: procesos estratégicos.**

Nombre de proceso	Justificación	Brecha	Código de brecha
Gestión de convocatoria de proyectos	Los trámites administrativos afectan la ejecución del proceso.	Tiempos de respuesta más rápidos, cumpliendo el cronograma establecido.	BR-01
	El proyecto se radica en físico con la secretaría de investigación.	Radicar proyecto digitalmente	BR-02
	Si un proyecto no era aprobado no se le informaba al investigador y tampoco se le otorgaba el motivo de su no aprobación.	El proyecto no elegido tiene retroalimentación para futuras mejoras	BR-03
Gestión de convocatoria de proyectos de semilleros de investigación.	Los trámites administrativos afectan la ejecución del proceso.	Tiempos de respuesta más rápidos, cumpliendo el cronograma establecido.	BR-01
	El proyecto se radica en físico con la secretaría de investigación.	Radicar proyecto digitalmente	BR-02
	Si un proyecto no era aprobado no se le informaba al investigador y tampoco se le otorgaba el motivo de su no aprobación.	El proyecto no elegido tiene retroalimentación para futuras mejoras	BR-03
Aval institucional para convocatoria de proyectos externos.	Informar a la comunidad universitaria sobre convocatorias externas y que son de interés para la universidad.	Identificar la convocatoria	BR-04
	Evaluar el proyecto a someter, teniendo control sobre los proyectos que se presentan a entidades externas.	Someter proyecto ante unidad de gestión para evaluar.	BR-05
Aval institucional para convocatoria de medición de grupos de investigación	Conocer los productos con que cuentan los grupos de investigación institucionales sin necesidad de interactuar con el GrupLAC.	Repositorio de productos.	BR-06

### 5.3.2. Procesos misionales

La arquitectura objetivo planteada en los procesos misionales busca satisfacer las actividades de la política de CTel relacionadas con el desarrollo de proyectos de investigación aplicada, el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas, el apoyo a proyectos que promuevan los espacios interactivos entre comunidades e instituciones y apoyo a los semilleros de investigación y jóvenes investigadores a través de la gestión de grupos y semillero de investigación (Ver tabla 5-10).



Tabla 5-10. Análisis de brechas: procesos misionales.

Nombre de proceso	Justificación	Brecha	Código de brecha
Gestión de proyectos	El proyecto se registrará por medio de la plataforma con el aval respectivo.	Someter proyecto de forma digital con documentos adjuntos	BR-07
	El aval de grupo se otorga sin revisar el proyecto. Ahora el director de grupo puede revisar el proyecto avalado.	Aval del director de grupo con comentario de pertinencia.	BR-08
	El aval de grupo se otorga sin revisar el proyecto. Ahora el director de programa o líder de investigación puede revisar el proyecto avalado.	Aval del director del programa con comentario de pertinencia.	BR-09
Ejecución de proyectos	Establecer relación en la ejecución de actividades y rubros, facilitando la ejecución de presupuesto.	Definir fechas para adquirir recursos y ejecutar cronograma de actividades sin retrasos	BR-10
	Definir el estado de las actividades propuestas en el cronograma inicial, facilitando el seguimiento del proyecto.	Establecer estado en el cronograma de actividades	BR-11
	Definir fechas de entrega para los informes de seguimiento, evitando reunirse con el investigador principal de cada proyecto para conocer el estado del mismo.	Definir informe de seguimiento y establecer plazos de entrega.	BR-12
	Verificar si el proyecto cumple los productos comprometidos.	Verificar cumplimiento de compromisos adquiridos	BR-13
Gestión de grupos de investigación.	Conocer los productos con que cuenta el grupo de investigación.	Analizar productividad del grupo	BR-14
	Comprometer a los integrantes del grupo a entregar productos resultados de actividades de investigación.	Adquirir compromisos de productividad respecto al plan	BR-15
	Verificar el compromiso adquirido por los integrantes del grupo de investigación.	Verificar producción de los investigadores	BR-16
Gestión de semilleros de investigación.	El líder del semillero deberá actualizar en un plazo establecido los integrantes y actividades a realizar durante el semestre.	Actualización semestral de semillero	BR-17
	Si se desea crear un nuevo semillero, se debe verificar la pertinencia del mismo antes de ser presentado a la vicerrectoría de investigación, quien se encarga de validar si cumple con los requisitos mínimos para la creación de este.	La evaluación deberá ser realizada por el líder de comité para evidenciar la pertinencia al programa. Posteriormente será evaluado por la dirección de formación para verificar los requisitos.	BR-18
Seguimiento y control de actividades de formación para la investigación.	El director de programa podrá seleccionar fácilmente que docentes pertenecientes a su programa se harán cargo de actividades de formación para la investigación.	Definir en la plataforma los investigadores con la disponibilidad horaria	BR-19
	El director de formación para la investigación evaluará si el docente asignado por el director de programa, cumplió con la producción solicitada.	Contrastar productividad con compromisos asignados	BR-20

### 5.3.3. Procesos de apoyo

La arquitectura objetivo establecida en los procesos de apoyo satisface las actividades de consultorías tecnológica, transferencia de tecnología, la búsqueda de vínculos entre universidades y empresas, la protección y explotación de los resultados de investigación, el fomento convenios institucionales y programas nacionales e internacionales, mecanismos de articulación de I+D y la definición en líneas editoriales en ciencia, tecnología e innovación (Ver tabla 5-11).

**Tabla 5-11. Análisis de brecha: procesos de apoyo.**

Nombre de proceso	Justificación	Brecha	Código de brecha
Gestión de servicios de laboratorios.	La solicitud de servicio se realiza por correo electrónico o de manera verbal, pero se desea dejar trazabilidad del mismo, por tal razón se define dentro de la plataforma un sección para solicitar los servicios de laboratorios.	Definir mismo canal de comunicación para cliente interno y externo	BR-21
	Entregar la documentación completa para la ejecución del servicio, sin otorgar plazos posteriores para la misma.	Radicar documentación en los plazos establecidos	BR-22
	Registrar el servicio realizado con los resultados obtenidos, facilitando el control de los mismos.	Registro de resultados con servicios	BR-23
Capacitación en equipos.	La solicitud de servicio se realiza por correo electrónico o de manera verbal, pero se desea dejar trazabilidad del mismo, por tal razón se define dentro de la plataforma un sección para solicitar los servicios de laboratorios.	Definir mismo canal de comunicación para cliente interno y externo	BR-21
	Registrar la capacitación realizada, facilitando el control y seguimiento.	Registrar la capacitación para tener control de servicio de laboratorio	BR-24
Mantenimiento de equipos.	Conocer con anticipación los equipos próximos a entrar a mantenimiento para gestionar los servicios autorizados.	Definir cronograma de mantenimiento con base a vida útil y cantidad de ensayos.	BR-25
	Aprobar simultáneamente la solicitud de mantenimiento.	Revisar solicitud al mismo tiempo por vicerrector de investigación, consejo superior (Director de la unidad de I+D+i) y compras, eliminado reprocesos.	BR-26
	Facilitar la ejecución de mantenimiento por parte del departamento de compras, eliminado reprocesos.	Aprobar orden de compra por consejo superior y compras eliminado reprocesos	BR-27

Nombre de proceso	Justificación	Brecha	Código de brecha
Gestión de insumos de laboratorio.	Controlar y actualizar fácilmente los insumos con que cuenta el laboratorio para el préstamo de servicios.	Registro de insumos gastados actualizando el inventario.	BR-28
	Aprobar simultáneamente la solicitud de requerimientos insumos.	Revisar solicitud al mismo tiempo por vicerrector de investigación, consejo superior (Director de la unidad de I+D+i) y compras, eliminado reprocesos.	BR-26
	Facilitar la ejecución del presupuesto para la compra de insumos por parte del departamento de compras, eliminado reprocesos.	Aprobar orden de compra por consejo superior y compras eliminado reprocesos	BR-27
Seguimiento y control de portafolio de proyectos.	Definir fechas de entrega para los informes de seguimiento, evitando reunirse con el investigador principal de cada proyecto para conocer el estado del mismo.	Plazo establecido para registrar el informe de seguimiento.	BR-29
	Conocer el estado del proyecto y verificar la producción obtenida hasta el momento.	Con base al informe identificar productos sin necesidad de reunirse con el investigador	BR-30
Protección y explotación de productos resultados de investigación.	Si un producto es identificado para transferir, facilitar la documentación necesaria para registrar o patentar el producto, evitando que el investigador la busque por sus medios.	Ingresar y diligenciar la información requerida. Adjuntar documentación necesaria	BR-31
Gestión de convenios o contratos.	El docente pueda conocer los convenios de investigación con otras instituciones, potenciando el desarrollo de proyectos de investigación.	Acceder fácilmente a los convenios establecidos en investigación con otras instituciones.	BR-32
Convocatoria de publicación de libros.	Conocer fácilmente la cantidad de obras sometidas a una convocatoria.	Registro de obras sometidas para controlar la producción	BR-33
	Contar con un banco de pares evaluadores dependiendo del área del conocimiento.	Banco de pares para evaluación de obras	BR-34
	Control y seguimiento sobre las obras aprobadas para publicar por la editorial.	Control de obras publicadas	BR-35
Edición de libros y revistas.	Controlar la ejecución del proceso de edición, ya que la publicación de estas se demora más de lo establecido inicialmente.	Definir tiempos e informar al autor.	BR-36

## 5.4. Iniciativas de solución

Con base en las problemáticas y brechas detectadas en la sección anterior y los principios trazados, se definen las iniciativas que permiten satisfacer el diseño y la implementación de la arquitectura (Ver tabla 5-12). Estas iniciativas buscan disminuir las brechas identificadas

anteriormente, determinando los atributos claves para el cambio en la gestión de investigación y posterior implementación de la AE.

**Tabla 5-12. Iniciativas de solución.**

<b>Iniciativa de solución</b>	<b>Descripción.</b>	<b>Brechas</b>
Mejorar el flujo de información entre las diferentes áreas funcionales.	Centralizar la información permitiendo la disponibilidad de la misma para el área que la requiera, evitando la pérdida de tiempo por búsqueda, duplicidad o redigitalización de la información.	BR-06 BR-15 BR-26 BR-27 BR-28 BR-32
Apoyar la toma de decisiones.	Establecer KPI que faciliten la métrica y trazabilidad de los procesos con información clara y oportuna para la toma de decisiones.	BR-08 BR-09 BR-14 BR-16 BR-24 BR-25
Gestionar las convocatorias y proyectos de investigación.	Agilizar los trámites correspondientes a las convocatorias y facilitar el control y seguimiento de los proyectos de investigación en todas sus fases.	BR-01 BR-02 BR-03 BR-04 BR-05 BR-07 BR-10 BR-11 BR-12 BR-13 BR-29
Apoyar la transferencia del conocimiento y productos tecnológicos.	Gestionar la publicación de obras bibliográficas y la protección y explotación de productos resultado de actividades de investigación.	BR-30 BR-31
Gestionar y controlar los servicios de laboratorios de investigación.	Permitir la trazabilidad y control de los servicios, ingresos, insumos y mantenimiento de equipos de laboratorio.	BR-21 BR-22 BR-23
Controlar la producción de actividades de formación para la investigación.	Conocer la producción asociada a los docentes vinculados a investigación formativa por parte de las coordinaciones de los programas.	BR-17 BR-18 BR-19 BR-20
Gestionar convocatoria y edición de obras bibliográficas	Agilizar los trámites correspondientes a la convocatoria y facilitar el control y seguimiento a edición y publicación de obras.	BR-33 BR-34 BR-35 BR-36

## 5.5. Priorización de procesos

Debido a lo anterior, se diseña una matriz de evaluación de impacto en la que se evalúa el impacto que produce en los objetivos de negocio (Ver Capítulo 3 – Tabla 3-3.), y en el cliente (docente, estudiante, administrativo y externo), la ejecución de cada proceso, sin perder de vista las iniciativas mencionadas anteriormente. Esta evaluación es llevada a cabo con el director de la unidad de I+D+i y el vicerrector de investigación. La selección de los procesos a automatizar se efectuó de acuerdo al promedio obtenido por cada proceso, seleccionando

aquellos que superaron un promedio de 3,8 (Ver tabla 5-13). La escala utilizada fue de 0 a 5, en donde 0 significa que el proceso no tiene impacto en el criterio y 5 significa que es muy importante la ejecución del proceso para el criterio evaluado. Es de tener en cuenta que cada uno de los criterios evaluados en la matriz, posee un valor porcentual establecido por los actores involucrados en la evaluación (Ver tabla 5-14).

**Tabla 5-13. Ponderación de objetivos y clientes.**

Objetivos	Etiqueta	Porcentaje por objetivo (%)	Porcentaje global (%)
Incrementar la inversión en investigación.	ONVI-01	12,5	50
Fortalecer el desarrollo de proyectos por convocatorias internas.	ONVI-02	25	
Fortalecer la formación en investigación.	ONVI-03	25	
Incrementar la producción, registro y protección de productos de desarrollo tecnológico e innovación.	ONVI-04	12,5	
Ampliar la infraestructura para I+D.	ONVI-05	12,5	
Posicionar a nivel nacional e internacional las publicaciones internacionales.	ONVI-06	12,5	
Cliente	Etiqueta	Porcentaje por cliente	50
Docente	D	30	
Estudiante	E	30	
Administrativo	A	30	
Externo	CE	10	

**Tabla 5-14. Selección de procesos.**

Procesos	Impacto										Promedio.
	Objetivos						Cliente				
	ONVI-01	ONVI-02	ONVI-03	ONVI-04	ONVI-05	ONVI-06	D	E	A	CE	
Gestión de proyectos.	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4,76
Seguimiento y control de portafolio de proyectos.	2	5	5	5	3	3	5	5	5	5	4,56
Seguimiento y control de actividades de formación para la investigación.	3	4	5	4	4	4	5	5	5	3	4,46
Gestión de servicios de laboratorios.	5	4	4	3	5	3	5	5	4	5	4,35
Ejecución de proyectos.	4	5	4	5	3	3	5	5	4	3	4,31
Gestión de convocatoria interna de proyectos.	5	5	5	5	3	3	5	4	3	3	4,20
Gestión de grupos de investigación.	4	5	5	5	3	4	5	3	5	0	4,20
Transferencia tecnológica	5	5	5	5	4	2	5	3	5	0	4,20

Procesos	Impacto										Promedio.
	Objetivos						Cliente				
	ONVI-01	ONVI-02	ONVI-03	ONVI-04	ONVI-05	ONVI-06	D	E	A	CE	
Protección y explotación de productos resultados de investigación.	5	5	5	5	4	2	5	3	5	0	4,20
Gestión de convocatoria de proyectos de semilleros de investigación.	5	5	5	4	2	2	5	5	4	0	4,16
Gestión de semilleros de investigación.	4	5	5	4	2	2	4	5	5	0	4,10
Aval convocatoria externa proyectos	5	3	5	4	3	3	5	4	5	0	4,04
Convocatoria de publicación de libros.	3	4	5	2	2	5	4	3	5	4	3,88
Gestión de insumos de laboratorio.	3	3	4	2	5	2	4	4	5	4	3,78
Mantenimiento de equipos.	3	3	4	1	5	3	4	4	5	4	3,78
Aval institucional para convocatoria de medición de grupos de investigación.	4	4	5	1	2	4	5	3	5	0	3,76
Edición de revista TECCIENCIA.	3	3	5	1	2	5	4	3	5	4	3,69
Edición de libros y revistas.	2	3	4	2	2	5	4	3	5	3	3,51
Gestión de convenios o contratos.	5	2	5	3	4	2	4	1	5	5	3,50
Capacitación en equipos.	3	1	3	1	3	3	5	5	2	5	3,18

Ahora bien, teniendo en cuenta los procesos seleccionados y la arquitectura objetivo planteada anteriormente, en la tabla 5-15 se listan los procesos y subprocesos que se diseñaron en la plataforma de Bizagi para el desarrollo del prototipo de AE. Cabe tener en cuenta que todo proceso en Bizagi tiene una entidad de proceso principal. La entidad provee un punto de acceso al resto de la información del proceso y solo existe una entidad de proceso por proceso [94]. Es por esta razón, que fue necesario diseñar procesos con propósitos similares, que difieren en la entidad de proceso dada la lógica de negocio. La

entidad de proceso asignada a cada proceso se especifica en el capítulo 6 donde se diseña la arquitectura de datos para el prototipo de AE. Para ver con más detalle los procesos diseñados en BPMN diríjase al Anexo B.

**Tabla 5-15. Procesos diseñados.**

Aplicación	Procesos	Subprocesos	Descripción
Gestión de avals	-	Aval de proyecto.	Permite avalar el proyecto presentado a la convocatoria interna. Es ejecutado por el proceso someter proyecto.
		Aval de proyecto externo.	Permite avalar el proyecto presentado a la convocatoria externa. Es ejecutado por el proceso convocatoria de proyectos.
		Aval de proyecto semillero.	Permite avalar el proyecto presentado a la convocatoria de semilleros. Es ejecutado por el proceso someter proyecto.
		Aval de semillero.	Permite avalar la creación del semillero de investigación.
Gestión de convocatorias	Convocatoria de proyectos.	-	Gestiona los tres tipos de convocatorias de proyectos.
	-	Publicar resultado.	Publica el resultado de la convocatoria de proyectos. Es ejecutado por el proceso convocatoria de proyectos.
	Convocatoria de obras bibliográficas	-	Gestiona la convocatoria de obras bibliográficas.
	-	Publicar resultado obra.	Publica el resultado de la convocatoria de obras bibliográficas. Es ejecutado por el proceso convocatoria de obras bibliográficas.
Gestión de formación en investigación	Seguimiento y control de formación en investigación.	-	Permite definir el periodo de seguimiento y revisar la producción de cada docente por programa académico.
	-	Definir seguimiento formación.	Define el periodo de seguimiento para actividades de formación. Es ejecutado por el proceso seguimiento y control de formación en investigación.
	-	Verificar producción programa.	Permite verificar la producción por programa académico. Es ejecutado por el proceso seguimiento y control de formación en investigación.
	-	Verificar productos	Permite verificar la producción por docente. Es ejecutado por el proceso seguimiento y control de formación en investigación.
	Asignar producción docente	-	Permite seleccionar los docentes de cada de programa a los cuales se les asignará la producción de actividades de formación.
	-	Asignar producción.	Asigna la producción correspondiente a cada docente

Aplicación	Procesos	Subprocesos	Descripción
			seleccionado. Es ejecutado por el proceso asignar producción docente.
	Registrar producción docente	-	Este proceso se ejecuta automáticamente, una vez se haya asignado la producción al docente.
	Gestión de semilleros de investigación	-	Permite crear o actualizar un semillero de investigación.
	Oficializar semillero	-	Una vez el semillero sea avalado por la dirección del programa académico, este proceso se ejecuta automáticamente para evaluar el semillero por la vicerrectoría de investigación.
	-	Seguimiento y control de proyectos de semilleros.	Realiza seguimiento a los proyectos aprobados en convocatoria de semilleros. Es ejecutado por el proceso seguimiento y control de proyectos.
Gestión de grupos de investigación	Crear grupo de investigación	-	Permite crear un grupo de investigación.
	Gestión de integrantes	-	Permite vincular y desvincular integrantes a un grupo de investigación.
	-	Responder solicitud	Permite dar respuesta a una solicitud de vinculación a un grupo.
	Definición de plan de trabajo	-	Gestiona la producción de investigación.
	-	Definir producción	Permite al integrante del grupo definir su producción de acuerdo al plan de trabajo. Es ejecutado por el proceso definición de plan de trabajo.
	Vincular producto	-	De acuerdo a la producción comprometida en el proceso definir producción, el integrante de grupo puede vincular el producto al grupo de investigación.
Gestión de laboratorios	Gestión de servicios de laboratorios	-	Permite solicitar servicios a los diferentes laboratorios de investigación
	-	Diligenciar cadena de custodia	Si un servicio solicitado necesita de una cadena de custodia este subprocesos permite diligenciarla y es ejecutado por el proceso gestión de servicios de laboratorios.
Gestión de proyecto	Someter proyecto	-	Permite someter un proyecto a cualquiera de los tres tipos de convocatoria de proyectos, siempre y cuando la convocatoria se encuentre activa.
	-	Ejecutar proyecto	Si el proyecto es aprobado este procesos se ejecuta



Aplicación	Procesos	Subprocesos	Descripción
			automáticamente una vez se ejecute el proceso de publicación de resultados.
	-	Evaluar proyecto	Permite evaluar el proyecto sometido a una convocatoria. Es ejecutado por el proceso convocatoria de proyectos.
	-	Realizar acta	Permite realizar el acta de inicio o de cierre de proyecto. Es ejecutado por el subproceso ejecutar proyecto.
	-	Seguimiento a proyecto	Permite diligenciar el informe de seguimiento de un proyecto siempre y cuando este haya sido solicitado. Es ejecutado por el subproceso ejecutar proyecto.
Gestión editorial	Someter obra bibliográfica	-	Permite someter un manuscrito a una convocatoria de obras bibliográficas, siempre y cuando la convocatoria se encuentre activa.
	-	Evaluar manuscrito	Permite evaluar el manuscrito sometido a una convocatoria. Es ejecutado por el proceso convocatoria de obras bibliográficas.
Gestión tecnológica	Seguimiento y control de proyectos	-	Permite solicitar el informe de seguimiento a los proyectos aprobados de una convocatoria.
	-	Transferencia tecnológica	Con base en el informe de seguimiento presentado, permite identificar la producción de un proyecto de investigación con potencial de transferencia. Es ejecutado por el proceso de seguimiento y control de proyecto
	-	Protección y explotación.	Si el producto es aprobado para transferir, se ejecuta este proceso para registrar y proteger el producto. Este subproceso es ejecutado por el proceso de seguimiento y control de proyectos.

## 6.Arquitectura de datos

La arquitectura de datos permite gestionar la información de la AE. Para diseñar esta arquitectura es necesario conocer y analizar los documentos que involucra cada proceso de negocio, con el fin de identificar los datos del negocio y posteriormente diseñar el modelo de datos con base a estos. Este capítulo muestra, entonces, la identificación de los documentos que se manejan actualmente en la vicerrectoría, dando una breve descripción sobre la información que almacena cada uno de ellos. En seguida, se plantea el modelo de datos en base a los procesos priorizados y por último, se establecen los perfiles de usuario que brindan seguridad al modelo de datos.

### 6.1.Arquitectura base (AS - IS)

Actualmente en la vicerrectoría de investigación se manejan diferentes formatos que permiten administrar la información correspondiente a cada uno de los procesos. Con el fin de identificarlos, se lleva a cabo un inventario de formatos que permite conocer la información que estos contienen y el propósito de cada uno de ellos (Ver tabla 6-1).

**Tabla 6-1.Documentos relacionados con los procesos.**

Proceso	Código formato	Nombre formato	Descripción
Gestión de convocatoria interna de proyectos	-	Convocatoria proyectos de investigación	Permite conocer los términos de referencia de la convocatoria
	FR – IN – 028	Evaluación de proyectos de investigación	Evalúa la calidad y profundidad de la propuesta
	-	Acto administrativo	Da a conocer los proyectos aprobados de la convocatoria.
Gestión de convocatoria de proyectos de semilleros de investigación	Posee los mismos formatos de la convocatoria interna de proyectos		
Aval convocatoria de proyectos externos	-	Convocatoria externa	Permite conocer los términos de referencia de la convocatoria
Gestión de proyectos	FR – IN - 031	Presentación propuesta de proyecto	Permite plantear el proyecto a desarrollar. Es utilizado en la convocatoria interna y de semilleros.
	-	Formato convocatoria externa	Formato de la convocatoria externa para diligenciar la propuesta.

Proceso	Código formato	Nombre formato	Descripción
	-	Carta grupo de investigación	Avala la propuesta en la convocatoria interna de proyectos.
	-	Carta comité de investigación	Avala la propuesta en la convocatoria de semilleros.
	-	Carta aval institucional	Avala la propuesta en la convocatoria externa.
Ejecución de proyectos	-	Acta de inicio	Compromisos de los investigadores al ejecutar el proyecto.
	-	Acta de cierre	Verificación de los compromisos adquiridos al ejecutar el proyecto.
	-	Informe de seguimiento	Permite conocer el estado del proyecto.
Gestión de semilleros de investigación	FR – IN – 036	Creación o actualización del semillero	Permite conocer la información respecto a un semillero
	FR – IN – 034	Plan de trabajo de semilleros de investigación	Establece el plan de trabajo del semillero
	FR – IN – 035	Ejecución de presupuesto	Ejecuta el presupuesto aprobado dentro de la convocatoria
	FR – IN – 030	Informe final de actividades del semillero	Verifica las actividades realizadas por el semillero.
Seguimiento y control de actividades de formación para la investigación	-	Información de investigación de coordinaciones	Registra los docentes destinados por las coordinaciones para formación en investigación
	-	Informe de cumplimiento	Verifica si el docente cumplió con la producción asignada
Gestión de servicios de laboratorios	-	Carta de justificación	Solicitud del servicio del laboratorio
	FR – IN – 008	Orden de servicio	Servicios solicitados al laboratorio con muestras respectivas.
	FR – IN – 017	Cadena de custodia	Seguimiento al material a utilizar en el laboratorio
	-	Reporte de resultados	Informe de resultados. Depende del servicio realizado
Capacitación en equipos	FR – IN – 008		Servicio solicitado al laboratorio.
Mantenimiento de equipos	-	Comunicado	Informe de los equipos que necesitan mantenimiento
	FR – CO - 011	Orden de compra	Formatos del departamento de compras para realizar el mantenimiento.
	FR – CO - 017		
Gestión de insumos de laboratorios	Posee los mismos formatos del mantenimiento de equipos.		
Seguimiento y control portafolio de proyectos	-	Informe de seguimiento	Permite conocer el estado del proyecto.
	-	Informe posibilidades de transferencia	Identifica los productos a transferir de los proyectos de investigación
	-	Cuadro de mando de indicadores	Actualiza los indicadores de investigación de acuerdo al estado de los proyectos.
Transferencia tecnológica	-	Informe posibilidades de transferencia	Identifica los productos a transferir de los proyectos de investigación

Proceso	Código formato	Nombre formato	Descripción
Protección y explotación de productos resultados de investigación	-	Formato de protección de producto	Dependiendo del producto a proteger se diligencia el formato respectivo ante la entidad pertinente.
Gestión de convenios o contratos	-	Propuesta convenio	Convenio de investigación establecido con otra institución
	-	Informe de seguimiento convenio	Verificar proyectos o actividades realizados bajo ese convenio
Convocatoria de publicación de libros	FR – IN - 020	Evaluación de manuscrito	Evalúa las características de la obra
	FR – IN – 026	Recepción de originales	Radicado de la obra bibliográfica
	FR – IN – 033	Evaluación de libro de resultado de investigación	Evalúa si la obra es un libro resultado de investigación.

## 6.2. Arquitectura objetivo (TO - BE)

Para diseñar el TO – BE de la arquitectura de datos, se realiza un análisis que parte de los documentos identificados en cada uno de los procesos de negocio vistos en la sección anterior. Cada documento es revisado detalladamente identificando los datos más relevantes a almacenar. Con este análisis, se diseñan las 63 entidades listadas en la tabla 6-2, y se realiza el modelo entidad relación que busca dar soporte a los procesos diseñados en el numeral 5.5 (Ver figura 6-1). Posteriormente, se da una breve descripción de cada entidad para mayor claridad.

**Tabla 6-2. Entidades del modelo de datos.**

Entidades diseñadas			
1	acta	15	estudiante_proyecto
2	actividad	16	estudiante_semillero
3	aplicante	17	evaluacion
4	autor	18	evaluacion_obra
5	aval	19	evaluador
6	aval_proyecto_externo	20	facultad
7	cadena_custodia	21	grupo_investigacion
8	ciudad	22	institucion
9	convocatoria	23	integrante_grupo_investigacion
10	direccion_programa	24	investigador_externo
11	docente	25	investigador_interno
12	docente_semillero	26	laboratorio
13	estado	27	linea_investigacion
14	estudiante	28	matriz_muestra

Entidades diseñadas			
29	objetivos_especificos	47	seguimiento_formación
30	obra_bibliografica	48	semestre
31	orden_servicio	49	semillero
32	ORGPOSITION	50	semillero_aval
33	ORGPOSTION_WFUSER	51	servicio
34	persona_externa	52	servicio_laboratorio
35	producto	53	subtipo_producto
36	producto_convocatoria	54	tipo_acta
37	producto_formacion	55	tipo_analisis
38	producto_grupo	56	tipo_aval_semillero
39	producto_proyecto	57	tipo_convocatoria
40	proyecto	58	tipo_documento
41	proyecto_grupo_investigacion	59	tipo_obra
42	proyecto_semillero	60	tipo_obra_convocatoria
43	rol	61	tipo_producto
44	rubro	62	tipología_de_producto
45	rubro_proyecto	63	WFUSER
46	seguimiento		



**Figura. 6-1. Modelo Entidad – Relación.**

A continuación se describen brevemente las entidades que conforman el modelo de datos.

- **Acta:** Esta entidad es utilizada para diligenciar el acta de cada proyecto. Puede ser acta de inicio o acta de cierre, esto depende de la entidad tipo acta.
- **Actividad:** Entidad utilizada para registrar las actividades pertenecientes a cada proyecto. Sirve para describir el cronograma de estos.
- **Aplicante:** Permite definir los perfiles de usuarios que pueden aplicar a la convocatoria.
- **Autor:** Entidad que permite almacenar los datos referentes al autor de una obra bibliográfica presentada en una convocatoria.
- **Aval proyecto externo:** Esta entidad permite mantener la relación entre el proyecto sometido a una convocatoria externa y el aval otorgado para participar en esta.
- **Aval:** Permite avalar un proyecto o semillero dependiendo del proceso en ejecución. Es otorgado por determinados tipos de usuarios, los cuales emiten un concepto respectivo frente a elemento evaluado.
- **Convocatoria:** Define los términos de referencia de la convocatoria a realizar. Puede ser convocatoria de proyectos o convocatoria de obras bibliográficas, esta característica depende de la entidad tipo convocatoria.
- **Dirección programa:** Entidad correspondiente a la coordinación de un programa académico.
- **Docente:** Entidad que permite relacionar los usuarios con contrato docente vinculados a una dirección de programa.
- **Docente semillero:** Esta entidad permite mantener la relación entre los docentes que pertenecen a un semillero, ya que un docente puede pertenecer a uno o más semilleros al mismo tiempo. Sin embargo, solo puede ser líder de un semillero.

- **Estado:** Permite conocer el estado de una actividad de proyecto. Facilitando el control y seguimiento del mismo.
- **Estudiante:** Hace referencia a los usuarios de tipo estudiante que se encuentran vinculados a una dirección de programa y pueden ser inscritos en semillero y proyectos de investigación.
- **Estudiante proyecto:** Esta entidad permite mantener la relación de muchos a muchos entre las entidades estudiante y proyecto.
- **Estudiante semillero:** Esta entidad permite mantener la relación de muchos a muchos entre las entidades estudiante y semillero.
- **Evaluación:** Entidad utilizada para evaluar proyectos.
- **Evaluación obra:** Entidad utilizada para evaluar obras bibliográficas, no se utiliza la entidad evaluación, ya que los criterios de evaluación son diferentes.
- **Facultad:** Permite conocer la facultad a la que se encuentra inscrita una dirección de programa.
- **Grupo investigación:** Almacena la información correspondiente a un grupo de investigación de la universidad.
- **Institución:** Permite almacenar los datos correspondientes a la institución que realiza una convocatoria externa de proyectos. También es utilizada para identificar a que institución pertenece el investigador externo.
- **Integrante grupo investigación:** Establece la relación entre la entidad WFUSER y grupo de investigación, para conocer los integrantes vinculados a un grupo.



- **Investigador externo:** Esta entidad permite vincular investigadores externos a un proyecto de investigación.
- **Investigador interno:** Permite vincular investigadores internos al proyecto de investigación. Realiza la búsqueda del investigador por medio de la entidad WFUSER.
- **Laboratorio:** Entidad que almacena la información correspondiente a un laboratorio de investigación.
- **Línea investigación:** Línea definida por un grupo de investigación.
- **Matriz muestra:** Esta entidad permite registrar la cadena de custodia cuando el servicio a prestar en un laboratorio, es un análisis fisicoquímico o de absorción atómica.
- **Obra bibliográfica:** Permite almacenar la información de las obras presentadas a una convocatoria de publicación de obras bibliográficas.
- **Orden servicio:** Pruebas a realizar en el laboratorio para atender un servicio.
- **ORGPOSTION:** Es una entidad de sistema definida por Bizagi. Almacena el cargo de los diferentes usuarios del sistema.
- **ORGPOSITION\_WFUSER:** Esta entidad permite mantener la relación de muchos a muchos entre las entidades ORGPOSITION y WFUSER.
- **Persona externa:** Almacena los datos personales de un usuario externo a la institución.
- **Producto:** Permite registrar los productos obtenidos de las diferentes actividades de investigación.

- **Producto convocatoria:** Define la tipología de productos requerida en una convocatoria de proyectos.
- **Producto formación:** Permite al coordinador asignar la producción de formación correspondiente a un docente durante un semestre académico.
- **Producto grupo:** Establece la producción de un integrante de grupo en el plan de trabajo.
- **Producto proyecto:** Permite definir los productos a obtener mediante el desarrollo de un proyecto de investigación.
- **Proyecto:** Almacena la información correspondiente a un proyecto de investigación presentado a una convocatoria.
- **Proyecto grupo investigación:** Establece la relación entre los proyectos de investigación presentados a una convocatoria por el grupo de investigación.
- **Proyecto semillero:** Establece la relación entre los proyectos de investigación presentados a una convocatoria por el semillero de investigación.
- **Rol:** Define el rol de un usuario como comité evaluador, director de formación, director OTRI, etc.
- **Rubro:** Almacena la información de los rubros de una convocatoria.
- **Rubro proyecto:** Almacena la información de los rubros de proyecto de investigación, teniendo en cuenta los rubros definidos en la convocatoria por medio de la entidad rubro.
- **Seguimiento:** Entidad que almacena la información correspondiente al estado de un proyecto de investigación.

- **Seguimiento formación:** Define los plazos para realizar el seguimiento de actividades de formación en investigación.
- **Semillero:** Almacena la información correspondiente a un semillero de investigación.
- **Semillero aval:** Mantiene la relación entre el semillero y sus correspondientes avales otorgados por la dirección de programa a la que pertenece el semillero, la dirección de formación y la vicerrectoría de investigación para su correspondiente oficialización.
- **Servicio:** Registra el servicio a realizar en un laboratorio.
- **Servicio laboratorio:** Esta entidad permite mantener la relación de muchos a muchos entre las entidades servicio y laboratorio.
- **Subtipo producto:** Esta entidad almacena la categoría para los tipos de productos según Colciencias.
- **Tipo acta:** Define el tipo de acta a almacenar en la entidad acta. Dentro de esta se encuentra; acta de inicio y acta de cierre.
- **Tipo análisis:** Especifica el análisis a realizar en un servicio de laboratorio.
- **Tipo aval semillero:** Define la evaluación a realizar al semillero de investigación.
- **Tipo convocatoria:** Define la convocatoria a realizar si es de proyectos o de obras bibliográficas.
- **Tipo documento:** Define el documento de identificación de un usuario.
- **Tipo obra:** Especifica el tipo de obras bibliográficas.

- **Tipo obra convocatoria:** Define el tipo de obras a someter en una convocatoria de obras bibliográficas.
- **Tipo producto:** Almacena el tipo de productos con base al modelo de medición de Colciencias (artículo, patente, software, evento, etc).
- **Tipología producto:** Define los tipos de productos a obtener por medio de actividades de investigación (nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico, apropiación social y formación del recurso humano).
- **WFUSER:** Es una entidad de sistema de Bizagi. Permite almacenar la información correspondiente a los usuarios del mismo.

Después de describir cada una de las entidades que conforman la arquitectura de datos, en la tabla 6-3 se especifica la entidad de proceso, la cual provee puntos de acceso al resto de la información de los procesos diseñados.

Tabla 6-3. Entidades de proceso.

Aplicación	Procesos	Subprocesos	Entidad de proceso
Gestión de avalués	-	Aval de proyecto.	proyecto_grupo_investigacion
		Aval de proyecto externo.	aval_proyecto_externo
		Aval de proyecto semillero.	proyecto_semillero
		Aval de semillero.	semillero_aval
Gestión de convocatorias	Convocatoria de proyectos.	-	convocatoria
	-	Publicar resultado.	proyecto
	Convocatoria de obras bibliográficas	-	convocatoria
	-	Publicar resultado obra.	obra_bibliografica
Gestión de formación en investigación	Seguimiento y control de formación en investigación.	-	institucion
	-	Definir seguimiento formación.	seguimiento_formacion
	-	Verificar producción programa.	direccion_programa
	-	Verificar productos	docente
	Asignar producción docente	-	direccion_programa
	-	Asignar producción.	docente
	Registrar producción docente	-	docente
	Gestión de semilleros de investigación	-	semillero
	Oficializar semillero	-	semillero
Gestión de grupos de investigación	-	Seguimiento y control de proyectos de semilleros.	seguimiento
	Crear grupo de investigación	-	grupo_investigacion
	Gestión de integrantes	-	grupo_investigacion
	-	Responder solicitud	integrante_grupo_investigacion
	Definición de plan de trabajo	-	grupo_investigacion
	-	Definir producción	integrante_grupo_investigacion
Gestión de laboratorios	Vincular producto	-	integrante_grupo_investigacion
	Gestión de servicios de laboratorios	-	servicio
Gestión de proyectos	-	Diligenciar cadena de custodia	orden_servicio
	Someter proyecto	-	proyecto
	-	Ejecutar proyecto	proyecto
	-	Evaluar proyecto	proyecto
	-	Realizar acta	acta
Gestión editorial	-	Seguimiento proyecto	seguimiento
	Someter obra bibliográfica	-	obra_bibliografica
Gestión tecnológica	-	Evaluar manuscrito	obra_bibliografica
	Seguimiento y control de proyectos	-	convocatoria
	-	Transferencia tecnológica	seguimiento
	-	Protección y explotación.	producto

### 6.3. Perfiles de usuarios

Ahora bien, con el propósito de proteger los datos, se definen unos perfiles de usuarios que permiten acceder a determinadas entidades y ejecutar ciertos procesos de negocio de acuerdo al rol asignado. Los perfiles creados se observan en la tabla 6-4. El rol vicerrector de investigación hace parte de dos perfiles de usuario, debido a que existen algunos procesos de negocio que deben ser iniciados únicamente por este rol. Adicionalmente, es de tener en cuenta que el director de formación, laboratorios, OTRI y editorial, actualmente en la institución, son docentes que tienen asignadas labores administrativas.

**Tabla 6-4. Perfiles de usuario.**

Perfil de usuario	Roles vinculados al perfil.
Alta dirección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director de unidad de I+D+i.</li> <li>• Vicerrector de investigación.</li> </ul>
Vicerrector de investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vicerrector de investigación.</li> </ul>
Dirección de formación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director de formación.</li> </ul>
Dirección OTRI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director OTRI.</li> </ul>
Dirección laboratorios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director de laboratorios.</li> </ul>
Dirección editorial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director editorial</li> </ul>
Dirección de programa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director de programa.</li> </ul>
Docente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Docente.</li> </ul>
Estudiante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiante.</li> </ul>

Partiendo de los perfiles de usuario, se establece el control de acceso y definición de privilegios para iniciar los procesos de negocio (Ver tabla 6-5) y acceder a la información almacenada en las entidades (Ver tabla 6-6). Para ello, se realiza un análisis de seguridad de datos en donde se califica la relación entre entidades y perfiles a partir de los siguientes criterios:

- Crear (C): Hace referencia a los perfiles que pueden crear registros en determinadas entidades.
- Leer (L): Hace referencia a los perfiles que pueden leer registros en determinadas entidades.
- Actualizar (A): Hace referencia a los perfiles que pueden actualizar registros en determinadas entidades.
- Borrar (B): Hace referencia a los perfiles que pueden borrar registros en determinadas entidades.

Tabla 6-5. Privilegios para iniciar procesos por perfiles de usuario.

Procesos	Perfiles de usuario								
	Alta dirección	Vicerrector de investigación	Dirección de formación	Dirección OTRI	Dirección laboratorios	Dirección editorial	Dirección de programa	Docente	Estudiante
Convocatoria de proyectos.	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Convocatoria de obras bibliográficas	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Seguimiento y control de formación en investigación.	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Asignar producción docente	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Gestión de semilleros de investigación	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Crear grupo de investigación	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Gestión de integrantes	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Definición de plan de trabajo	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Vincular producto	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gestión de servicios de laboratorios	-	-	X	X	X	X	-	X	X
Someter proyecto	-	-	X	X	X	X	-	X	X
Someter obra bibliográfica	-	-	X	X	X	-	-	X	X
Seguimiento y control de proyectos	-	-	-	X	-	-	-	-	-

**Tabla 6-6. Privilegio de entidades por perfiles de usuario.**

Entidades	Perfiles de usuario								
	Alta dirección	Vicerrector de investigación	Dirección de formación	Dirección OTRI	Dirección laboratorios	Dirección editorial	Dirección de programa	Docente	Estudiante
acta	L	L	-	-	-	-	-	CLA	CLA
actividad	L	L	L	L	-	-	-	CLAB	CLAB
aplicante	L	CLAB	-	-	-	CLAB	-	L	L
autor	-	-	-	-	-	L	-	CLAB	CLAB
aval	L	CLA	-	-	-	-	CLA	CLA	L
aval_proyecto_externo	L	CLA	-	-	-	-	-	L	-
cadena_custodia	-	-	-	-	L	-	-	CLAB	CLAB
ciudad	L	CL	-	-	-	CL	-	L	L
convocatoria	LA	CLA	-	-	-	CLA	-	L	L
direccion_programa	L	L	L	-	-	-	LA	L	L
docente	-	-	L	-	-	-	LA	L	-
docente_semillero	L	L	L	-	-	-	L	CLAB	-
estado	L	L	L	L	-	-	-	L	L
estudiante	L	L	L	-	L	L	L	L	-
estudiante_proyecto	L	L	L	-	-	-	-	CLAB	CLAB
estudiante_semillero	L	L	L	-	-	-	L	CLAB	-
evaluacion	L	L	-	-	-	-	-	-	-
evaluacion_obra	L	L	-	-	-	L	-	-	-
evaluador	L	CLAB	-	-	-	CLAB	-	-	-
facultad	L	L	L	-	-	-	L	-	-
grupo_investigacion	CLA	CLA	-	-	-	-	-	CLA	-
institucion	L	CL	-	-	-	-	-	CL	-
integrante_grupo_investigacion	CLA	CLA	-	-	-	-	-	CLA	-
investigador_externo	L	L	-	-	-	-	-	CLAB	-
investigador_interno	L	L	-	-	-	-	-	CLAB	-
laboratorio	-	L	L	L	CLA	-	-	L	L
linea_investigacion	CLAB	CLAB	-	-	-	-	-	CLAB	-
matriz_muestra	-	-	-	-	L	-	-	CLAB	CLAB
objetivos_especificos	L	L	L	L	-	-	L	CLAB	CLAB
obra_bibliografica	L	-	-	-	-	L	-	CLA	CLA
orden_servicio	-	-	-	-	L	-	-	CLAB	CLAB
ORGPOSITION	L	L	-	-	-	-	-	-	-
ORGPOSITION_WFUSER	L	L	-	-	-	-	-	-	-
persona_externa	-	-	-	-	-	-	-	CLA	-
producto	L	L	L	L	-	-	-	CLA	CLA
producto_convocatoria	L	CLAB	-	-	-	-	-	L	L
producto_formacion	-	-	L	-	-	-	CLAB	L	-
producto_grupo	L	L	-	-	-	-	-	CLAB	-
producto_proyecto	L	L	L	L	-	-	-	CLAB	-
proyecto	L	L	L	L	-	-	-	CLA	CLA





Así mismo, la administración de los procesos en Bizagi debe contar con un control de acceso que permita conocer el estado de los procesos, quién está ejecutando determinada actividad y en dado caso cerrarlos si así se requiere. Teniendo en cuenta lo anterior en la tabla 6-7, se especifican los perfiles que pueden administrar determinados procesos. Es de tener en cuenta que todos estos procesos pueden ser administrados por el perfil Administrador de la plataforma.

**Tabla 6-7. Privilegio de administración de procesos por perfiles de usuario.**

Aplicación	Procesos	Subprocesos	Administrar proceso
Gestión de avals	-	Aval de proyecto.	Alta dirección.
		Aval de proyecto externo.	Alta dirección.
		Aval de proyecto semillero.	Alta dirección
		Aval de semillero.	Dirección formación
Gestión de convocatorias	Convocatoria de proyectos.	-	Alta dirección
	-	Publicar resultado.	Alta dirección
	Convocatoria de obras bibliográficas	-	Alta dirección Dirección editorial
	-	Publicar resultado obra.	Alta dirección Dirección editorial
Gestión de formación en investigación	Seguimiento y control de formación en investigación.	-	Dirección formación
	-	Definir seguimiento formación.	Dirección formación
	-	Verificar producción programa.	Dirección formación
	-	Verificar productos	Dirección formación
	Asignar producción docente	-	Dirección formación
	-	Asignar producción.	Dirección formación
	Registrar producción docente	-	Dirección formación
	Gestión de semilleros de investigación	-	Dirección formación
	Oficializar semillero	-	Dirección formación
Gestión de grupos de investigación	-	Seguimiento y control de proyectos de semilleros.	Dirección formación
	Crear grupo de investigación	-	Vicerrector de investigación
	Gestión de integrantes	-	Vicerrector de investigación
	-	Responder solicitud	Vicerrector de investigación
	Definición de plan de trabajo	-	Vicerrector de investigación
	-	Definir producción	Vicerrector de investigación
Gestión de laboratorios	Vincular producto	-	Vicerrector de investigación
	Gestión de servicios de laboratorios	-	Dirección de laboratorios

Aplicación	Procesos	Subprocesos	Administrar proceso
	-	Diligenciar cadena de custodia	Dirección de laboratorios
Gestión de proyecto	Someter proyecto	-	Alta dirección
	-	Ejecutar proyecto	Alta dirección
	-	Evaluar proyecto	Alta dirección
		Realizar acta	Alta dirección
		Seguimiento proyecto	Alta dirección Dirección OTRI
Gestión editorial	Someter obra bibliográfica	-	Dirección editorial
	-	Evaluar manuscrito	Dirección editorial
Gestión tecnológica	Seguimiento y control de proyectos	-	Alta dirección Dirección OTRI
	-	Transferencia tecnológica	Alta dirección Dirección OTRI
	-	Protección y explotación.	Alta dirección Dirección OTRI

## **7.Arquitectura de aplicaciones**

Para definir la arquitectura de aplicaciones es necesario conocer si se han desarrollado aplicaciones para soportar los procesos de la vicerrectoría. Posteriormente, analizar con base a la arquitectura de negocio y datos diseñadas en capítulos anteriores las aplicaciones que soportarán estas arquitecturas y que comunicarán la arquitectura de negocio con la de datos. Inicialmente, este capítulo parte analizando el AS – IS de aplicaciones. En seguida, se plantea el TO – BE, llevando a cabo el análisis correspondiente a la arquitectura de aplicaciones por medio de la herramienta *Archimate*, que permite visualizar el comportamiento de la aplicación, en cuanto a sus funciones, servicios y datos consumidos.

### **7.1.Arquitectura base (AS - IS)**

Actualmente, la vicerrectoría de investigación cuenta con muy pocas aplicaciones para administrar la información referente a investigación. El sistema de información que se gestiona al interior de la dependencia es manual y la mayoría de archivos y formatos se encuentran almacenados en carpetas y realizados en herramientas ofimáticas como Excel y Word.

La gestión de proyectos se ejecuta de manera manual. El investigador principal se encarga de radicar en físico el proyecto en la vicerrectoría de investigación durante el transcurso de la convocatoria. De igual manera, el acta de inicio y de cierre del proyecto son diligenciados por el mismo y radicados en la dependencia. El seguimiento al desarrollo del proyecto, se realiza mediante un informe de seguimiento diligenciado por el investigador principal. Por su parte el director de la OTRI, se encarga de diligenciar una matriz detectando la productividad con potencial de transferencia, esta actividad se realiza mediante reuniones programadas con el líder del proyecto.

En cuanto a la gestión de grupos de investigación, la vicerrectoría de investigación utiliza los aplicativos, CvLAC, GrupLAC e InstituLAC de la plataforma SCIENTI de Colciencias para verificar y validar la producción de actividades de investigación. De igual manera, los informes generados con respecto a la productividad obtenida por los grupos de investigación, depende de la información registrada en el aplicativo GrupLAC.

Por otro lado, la gestión de formación de investigación se lleva a cabo mediante el aplicativo Moodle, en el cual se crea un curso y se da acceso a aquellos docentes que han sido seleccionados por el director de programa para realizar productos de investigación durante el transcurso del semestre. En el aplicativo, el docente ingresa al curso y registra su producción obtenida. Posteriormente, el director de formación de investigación se encarga de verificar la producción registrada por cada docente y emite un informe de cumplimiento. La gestión de laboratorios se realiza de manera similar a las otras áreas. En este se encuentran diferentes formatos en el que se registra los servicios a realizar, los insumos solicitados, etc. De igual forma, la información se almacena en diferentes carpetas que dificulta la búsqueda de la misma en un momento dado. Asimismo, la gestión de editorial no se apoya sobre ninguna aplicación para administrar la información referente a esta. En definitiva, actualmente en la vicerrectoría de investigación no existe una arquitectura de aplicaciones que soporten los diferentes procesos de la dependencia, ya que estos se ejecutan de manera manual y su información se almacena en las diferentes carpetas o equipos de cómputo de los actores que interactúan con los procesos.

## **7.2. Arquitectura objetivo (TO - BE)**

Esta sección presenta las aplicaciones que conforman la arquitectura objetivo, para ello se hace uso de la vista de comportamiento de aplicación, que muestra gráficamente la lógica de aplicación, dando soporte a los procesos diseñados (Ver tabla 5-15.)

### **7.2.1. Vista de comportamiento de aplicación**

Esta vista es el componente integrador de la arquitectura negocio con la arquitectura de datos y aplicaciones, ya que desde aquí, se puede apreciar qué aplicaciones y datos servirán para soportar los procesos que posee la vicerrectoría o que se han diseñado para mejorar el rendimiento de la dependencia en búsqueda de cumplir con la estrategia de la institución.

### 7.2.1.1. Aplicación gestión de convocatoria

Esta aplicación provee los servicios de convocatoria y aprobar. Su uso permite crear los objetos de datos; parámetros convocatoria y proyectos aprobados o manuscritos, al igual que lee el objeto de datos concepto evaluación emitido por la aplicación gestión de proyectos o editorial dependiendo del elemento evaluado (proyecto o manuscrito). De esta manera la aplicación facilita la gestión convocatorias para proyectos de investigación o publicación de libros (Ver figura 7-1).

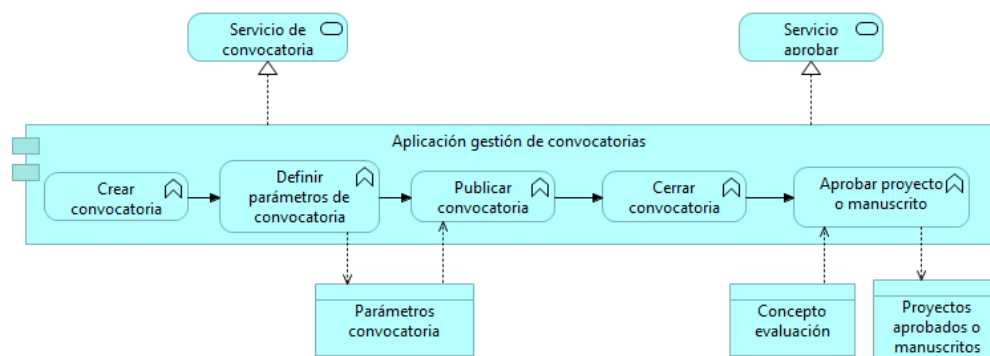


Figura. 7-1. Aplicación gestión de convocatoria.

### 7.2.1.2. Aplicación gestión de proyectos

La aplicación gestión de proyectos provee cinco servicios de aplicación; registrar proyecto, evaluar, acta, ejecutar y seguimiento. El primer servicio permite someter el proyecto a una convocatoria, creando los objetos de datos proyecto. Cuando el proyecto es sometido, es evaluado mediante el servicio evaluar, el cual crea el objeto de datos concepto evaluación tenido en cuenta para la aprobación del proyecto. Por otra parte, los servicios acta, ejecutar y seguimiento, soportan la ejecución del proyecto una vez este ha sido aprobado, y crean los objetos de datos acta de inicio, de cierre e informa de seguimiento, de acuerdo a la ejecución del proceso de negocio (Ver figura 7-2).

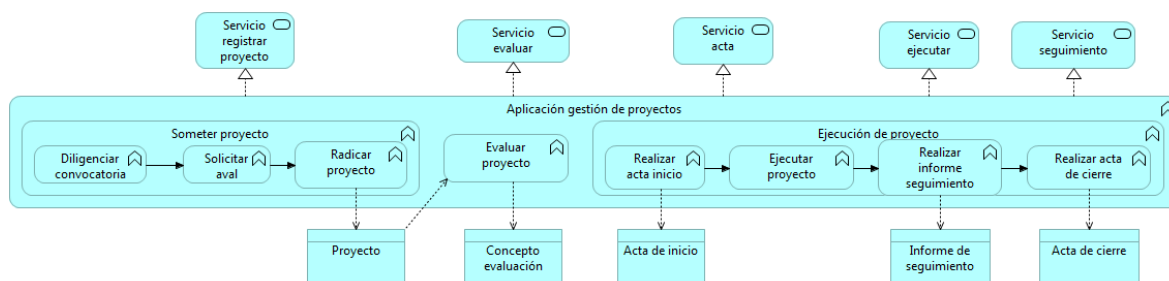


Figura. 7-2. Aplicación gestión de proyectos.

### 7.2.1.3. Aplicación gestión de avales

La aplicación de gestión de avales permite dar el aval respectivo a los proyectos de investigación independiente del tipo de convocatoria. Asimismo, el aval necesario para crear un semillero de investigación es soportado por esta aplicación, al igual que el aval otorgado para la participación de convocatorias de grupos de investigación mediante una integración con la plataforma SCIENTI de Colciencias (Ver figura 7-3).

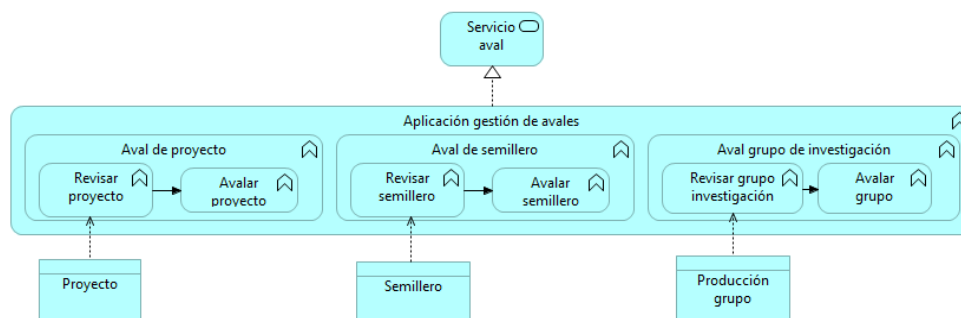


Figura. 7-3. Aplicación aval.

### 7.2.1.4. Aplicación gestión de grupos de investigación

Esta aplicación permite gestionar la información referente a los grupos de investigación. Para ello provee cinco servicios de aplicación. El servicio integrante gestiona los integrantes vinculados a un grupo de investigación. El servicio crear grupo facilita crear un grupo de investigación (misión, visión, objetivos, líneas de investigación). Una vez el grupo haya sido creado debe ser evaluado para otorgarle su correspondiente aval, el cual se otorga por medio del servicio evaluar grupo. Por último, los servicios plan de grupo y producción, facilitan definir la estrategia por parte del director de grupo y registrar la producción obtenida por parte de los investigadores vinculados al grupo (Ver figura 7-4).

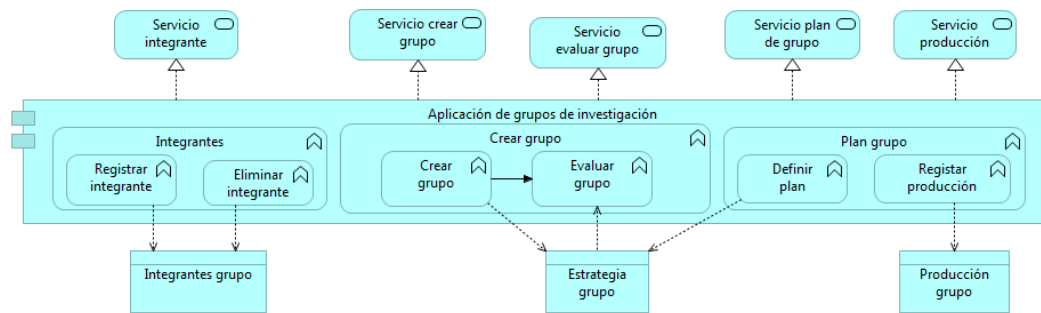


Figura. 7-4. Aplicación grupos de investigación.

### 7.2.1.5. Aplicación gestión formación para la investigación

Esta aplicación provee cinco servicios de aplicación. El servicio semillero, permite crear o actualizar un semillero de investigación en el objeto de datos semillero. El servicio seguimiento, define el periodo de seguimiento para las actividades de formación en investigación. Los servicios registrar docentes y producción, facilitan al director de programa elegir los docentes y asignar su producción frente actividades de investigación formativa. Una vez la producción haya sido asignada, el servicio registrar producto permite a los docentes ingresar al sistema su producción obtenida. Por último, el servicio verificar productos, permite a la dirección de formación verificar la información registrada y emitir el respectivo informe de cumplimiento entorno a ello (Ver figura 7-5).

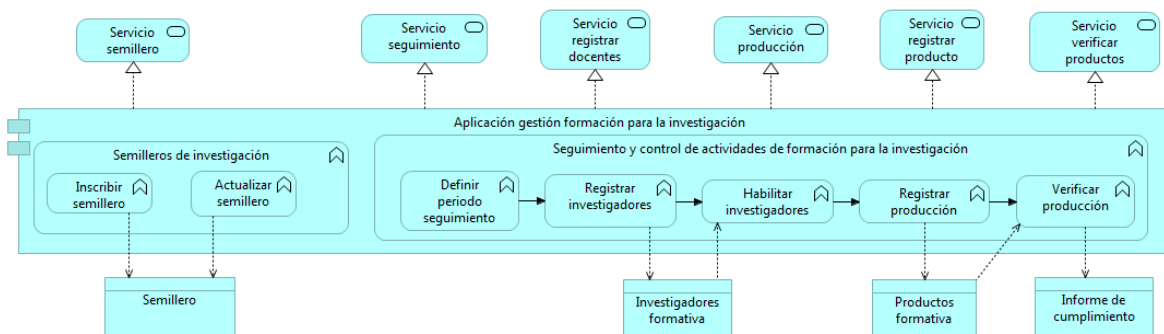


Figura. 7-5. Aplicación gestión formación para la investigación.

### 7.2.1.6. Aplicación gestión tecnológica

Esta aplicación permite revisar el avance de los proyectos de investigación que se encuentran en ejecución e identificar los productos con potencial de transferencia, mediante los servicios seguimiento y productos a transferir respectivamente. Cuando un producto es



aprobado para transferencia, el servicio transferencia facilita diligenciar la documentación pertinente al producto aprobado, soportando la ejecución del proceso de negocio protección y explotación. Por otro lado, el servicio convenio permite estructurar y documentar el convenio con las instituciones respectivas para posteriormente ser aprobado por el director de la unidad de I+D+i (Ver figura 7-6).

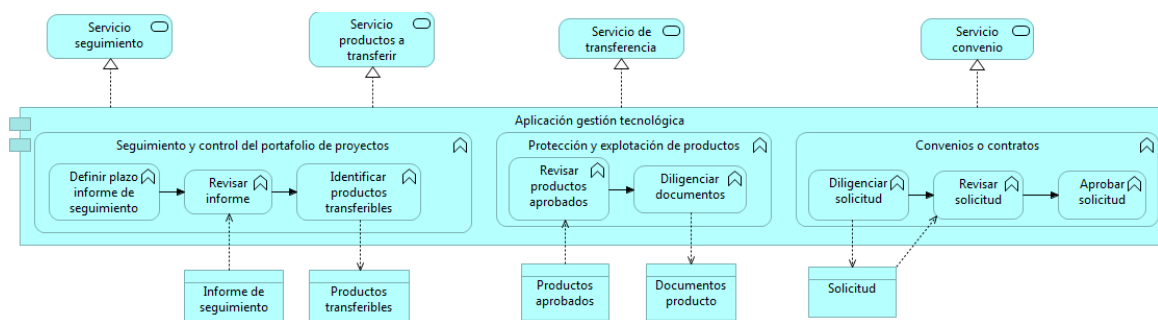


Figura. 7-6. Aplicación gestión tecnológica.

### 7.2.1.7. Aplicación infraestructura y laboratorios

Esta aplicación permite gestionar los servicios, equipos e insumos de laboratorios, mediante ocho servicios de aplicación. El servicio solicitud permite al cliente solicitar un servicio de laboratorio. Si la solicitud es aprobada, se realiza la cotización del servicio. De igual manera si esta es aceptada por el cliente, se genera la orden de servicio. Por último, se registra el servicio prestado y los resultados obtenidos. En cuanto al mantenimiento de equipos, la aplicación se basa en el objeto cronograma, el cual permite establecer el mantenimiento preventivo a realizar en cada equipo. En caso de que sea necesario un mantenimiento correctivo, esta permite registrar la solicitud y actualizar la hoja de vida del equipo. Por otro lado, el servicio insumos permite llevar un control de los insumos que se encuentran en stock del laboratorio y registrar los insumos gastados en los diferentes servicios prestados (Ver figura 7-7).

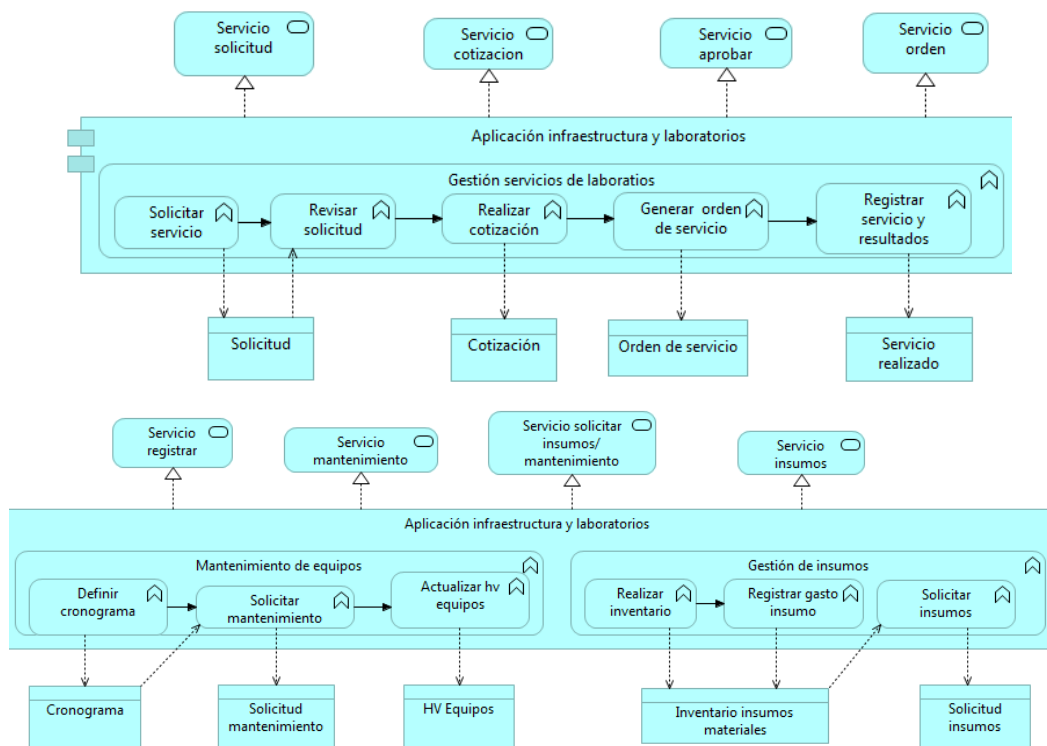


Figura. 7-7. Aplicación infraestructura y laboratorios.

### 7.2.1.8. Aplicación gestión editorial

Esta aplicación está enfocada en la gestión de convocatoria de publicación de libros y en la edición de libros y revistas. La revista *TECCIENCIA* no es tomada en cuenta dentro de esta aplicación ya que el proceso de la revista es soportado por el *Open Journal*. La aplicación gestión editorial permite someter la obra bibliográfica y evaluar la obra sometida. Si esta es aceptada, pasará por corrección de estilo y diagramación de la misma, para posteriormente ser publicada (Ver figura 7-8).

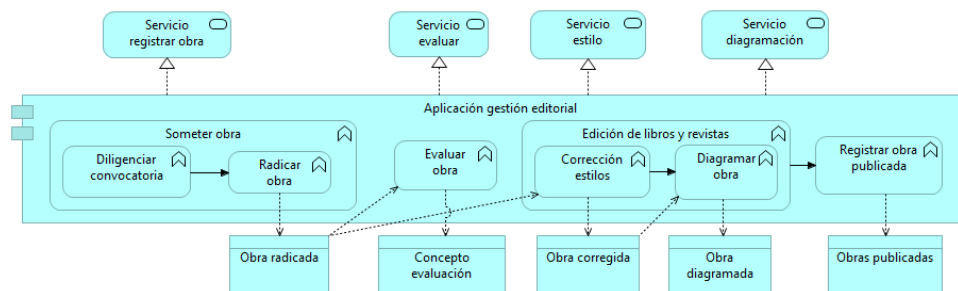


Figura. 7-8. Aplicación gestión editorial.

## **8.Arquitectura tecnológica**

La arquitectura tecnológica es la capa de la AE en la que se describe la estructura de hardware, software y redes requeridas para soportar la implantación de la arquitectura de datos y aplicaciones. Teniendo en cuenta lo anterior, este capítulo parte analizando el AS-IS de tecnología. Posteriormente, plantea la arquitectura objetivo haciendo uso del diagrama de vista de infraestructura tecnológica de *Archimate*, visualizando los componentes necesarios para soportar la AE.

### **8.1.Arquitectura base (AS - IS)**

Actualmente, en la vicerrectoría de investigación no hay ningún sistema de información desarrollado para dar soporte a las actividades de investigación. La única aplicación con que cuenta la vicerrectoría, es el curso en Moodle proveído por la dirección de virtualidad para gestionar la información referente a formación en investigación, realizada por las diferentes direcciones de programas. Debido a lo anterior, no se diseña el diagrama de infraestructura tecnológica del AS – IS, ya que como se ha mencionado anteriormente, los procesos se ejecutan de forma manual y la administración de la información se lleva a cabo en los diferentes formatos y hojas de Excel que ha creado la dependencia para satisfacer sus necesidades.

### **8.2.Arquitectura objetivo (TO - BE)**

El modelo de infraestructura tecnológica debe dar soporte al accionar diario de la vicerrectoría de investigación. Teniendo en cuenta la arquitectura de procesos, datos y aplicaciones, es pertinente incluir en la infraestructura tecnológica servidores para el procesamiento de aplicaciones, datos y almacenamiento. Adicionalmente, se debe tener en cuenta en el diseño de la arquitectura, la conexión con diferentes dispositivos móviles, facilitando el acceso al sistema desde cualquier punto, siempre y cuando el usuario cuente con acceso a internet. Ahora bien, en aras de fomentar la interoperabilidad del sistema con

otras aplicaciones tanto internas como externas, la arquitectura propuesta debe facilitar el intercambio de información. Con base en lo anterior, se diseña el diagrama de vista de infraestructura tecnológica de *Archimate* para el TO – BE, el cual se ilustra en la figura 8-1. Cabe destacar que la infraestructura propuesta está diseñada para soportar la gestión de investigación en la institución, más allá del prototipo de AE desarrollado. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este ejercicio se realiza desde la parte académica, sin llegar a instaurarlo en la institución debido al alcance de la licencia.

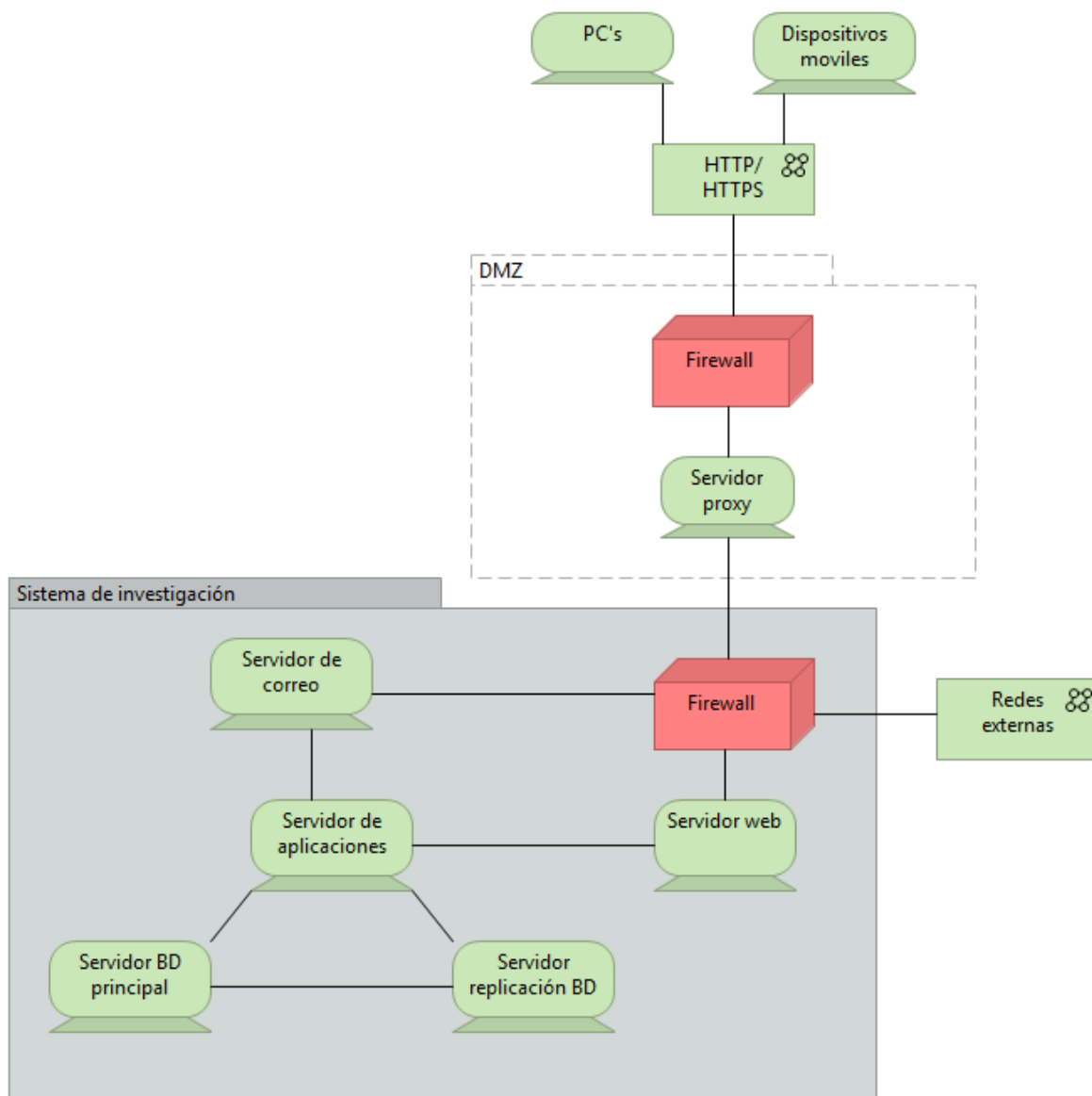


Figura. 8-1. Vista de infraestructura tecnológica TO - BE.

Inicialmente para poder acceder al portal de trabajo el usuario podrá ingresar mediante PC's o dispositivos móviles, ya que el portal de trabajo se basa en protocolos web proveído por el servidor web, facilitando el acceso a los usuarios finales, requiriendo únicamente de un navegador para interactuar con la plataforma. Adicionalmente se plantea una zona desmilitarizada DMZ, para redirigir el acceso desde internet de manera segura.

El servidor de aplicaciones es el encargado de contener el sistema desarrollado en Bizagi y dar soporte a la capa de aplicaciones contando con un alto nivel de transaccionalidad y procesamiento, ejecutando el motor de BPMN conocido como "*WorkflowEngine*", encargado de controlar y ejecutar el flujo de proceso, intercambiando señales de colaboración, mensajes, entre otros.

La vista de infraestructura tecnológica presenta dos servidores de bases de datos, encargados de almacenar la información referente a los procesos de investigación. Un servidor es utilizado como el servidor principal, mientras que el otro es utilizado como *backup* en caso de contingencia. Es de tener en cuenta que los motores de base datos soportados por Bizagi son Microsoft SQL Server y Oracle, la elección de uno de estos dos motores depende de la tecnología con que cuente la universidad a la hora llevar a cabo la implementación del prototipo diseñado. Sin embargo, para el desarrollo del prototipo se utilizó Microsoft SQL Server.

Por otro lado, el servidor de correo es utilizado para temas de integración, logrando así enviar notificaciones automáticas bajo el protocolo SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), dependiendo de las reglas de negocio de los procesos. De igual forma para la integración con sistemas externos es posible invocar servicios basados en protocolos web (SOAP, REST), facilitando el intercambio de información con entidades externas y potenciando el flujo de los procesos al interior de la universidad.

En cuanto al paradigma *cloud* en un principio no es tenido en cuenta en ninguna parte de la infraestructura, dado que la inversión a realizar para el volumen de datos a administrar no es justificable. A futuro, en dado caso que la universidad aumente su tamaño y llegue a expandirse a nivel nacional sería conveniente considerar esta opción, centralizando la información en la nube y disminuyendo gastos de mantenimiento.

## **9.Arquitectura solución desarrollada**

Este capítulo condensa el prototipo de AE desarrollado a lo largo del documento. Para ello se hace uso del mapa u hoja de ruta, que según TOGAF permite visualizar rápidamente los artefactos necesarios para transitar del AS – IS al TO – BE, en una línea de tiempo [27]. Para el caso en cuestión, la hoja de ruta no se centró en una línea de tiempo. Por el contrario, se basó en los objetivos establecidos en el proyecto y con base en ello, se desarrollaron los diferentes artefactos o paquetes de trabajo buscando alcanzar los objetivos definidos.

### **9.1. Hoja de ruta de la arquitectura desarrollada**

La hoja de ruta de la arquitectura desarrollada resalta el valor de cada uno de los paquetes de trabajo realizados, transitando del AS – IS al TO – BE, es decir en esta se muestra de forma incremental los pasos necesarios para alcanzar el estado deseado. Como se mencionó anteriormente, el mapa de ruta desarrollado se centró en los objetivos (Ver figura 9-1), ya que el para el caso académico es más relevante conocer los diferentes artefactos, llamados “productos” en el mapa, que permiten satisfacer cada uno de los objetivos específicos establecidos, y de esta manera alcanzar el objetivo general; “Diseñar y construir un prototipo de arquitectura empresarial con énfasis en procesos de negocio”. Adicionalmente, en este diagrama se especifica la tecnología necesaria para soportar el desarrollo del producto y la investigación llevada a cabo.

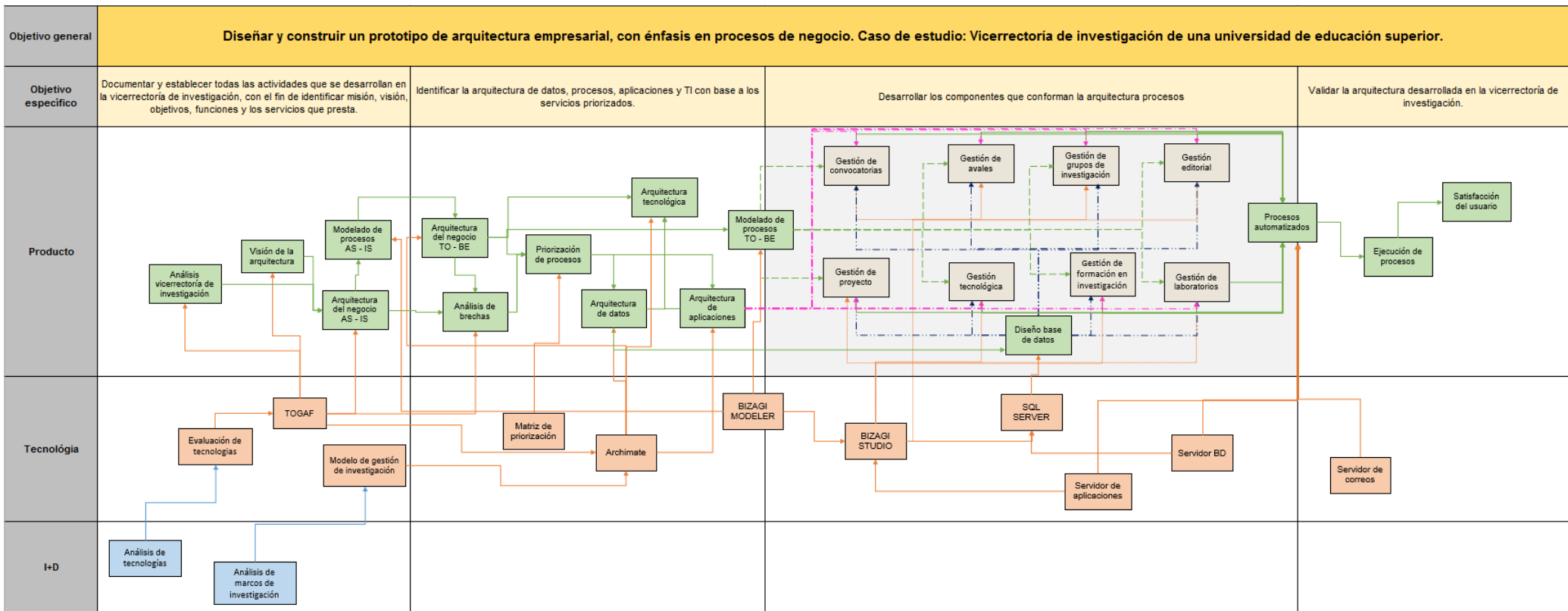


Figura. 9-1. Hoja de ruta del prototipo de AE.

Teniendo en cuenta lo anterior, el mapa de ruta se dividió en cuatro etapas. La primera etapa, condensa la investigación y el análisis necesario para proponer el modelo de gestión de investigación, teniendo en cuenta los marcos de investigación internacionales y nacionales, además de las respectivas políticas locales. Adicionalmente, se realiza un análisis de *frameworks* de AE y se selecciona TOGAF como guía para el desarrollo del prototipo. En base a esta metodología, se lleva a cabo el análisis de la vicerrectoría de investigación y la visión de arquitectura, insumos necesarios para levantar la arquitectura del negocio AS – IS.

Una vez se ha levantado la arquitectura base del negocio, se plantea la arquitectura objetivo. En este punto se transita a la segunda etapa del mapa de ruta. Para diseñar la arquitectura objetivo, se tiene en cuenta el modelado de procesos del AS – IS, realizando el análisis respectivo a estos con los *stakeholders*. Posteriormente, una vez se ha diseñado el TO – BE con ayuda de *Archimate*, se realiza el análisis de brecha en el que se compara el AS – IS con el TO – BE, identificando elementos a mejorar. En base a la arquitectura de negocio objetivo, se realiza la priorización de los procesos con la alta dirección. De este ejercicio se seleccionan 13 procesos, y con base en ellos se diseña la arquitectura de datos y aplicaciones a desarrollar en el prototipo, posteriormente se diseña la arquitectura de tecnología. Es de tener en cuenta que para diseñar estas tres arquitecturas, se realiza su respectivo análisis del AS – IS y del TO – BE, sin embargo en la hoja de ruta no se especifica tanto, ya que esta se enfocó desde el punto de vista de los procesos.

Partiendo del modelado de procesos de la arquitectura del negocio TO – BE, se transcurre a la tercera etapa del mapa de ruta. En esta etapa se desarrollan los componentes que conforman la arquitectura de procesos. Para ello se hace uso de la herramienta Bizagi Studio, que permite automatizar los procesos modelados anteriormente. Por otro lado, se utiliza SQL Server como motor de base de datos, y en esta se diseña la base de datos diagramada en la arquitectura de datos. Asimismo, se desarrollan las ocho aplicaciones que condensan los diferentes procesos a automatizar en el prototipo. Una vez se han desarrollado todos estos componentes se obtiene el prototipo de arquitectura empresarial con los procesos automatizados.



Por último, con el prototipo obtenido se procede a validar el desarrollo, ingresando a la última etapa del mapa de ruta. Para ello, se ejecutan los procesos automatizados simulando su entorno de negocio y posteriormente se mide la satisfacción del usuario frente al sistema desarrollado.

## **10. Validación del prototipo desarrollado**

Este capítulo presenta la validación de prototipo de AE desarrollado en la plataforma Bizagi, ejecutando los procesos que se encuentran diagramados en el Anexo 2. De igual forma se valida la satisfacción de los *stakeholders* frente a la simulación de los diferentes procesos de negocio en el sistema desarrollado.

En aras de no extender demasiado el documento, cabe aclarar que en este capítulo solo se mostrará la validación de dos procesos (Convocatoria de proyectos y someter proyecto), que a su vez ejecutan los subprocesos de evaluar proyecto y radicar proyecto. Por otro lado, si el jurado desea conocer el prototipo en su totalidad se pone a disposición para su respectiva evaluación.

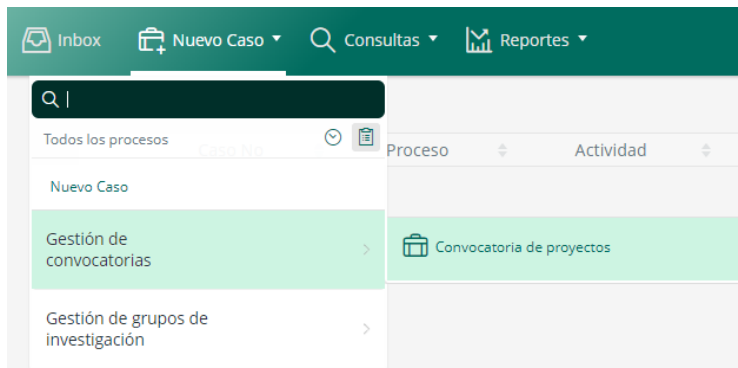
### **10.1. Validación de proceso: Convocatoria de proyectos**

Para iniciar cualquiera de los procesos automatizados es necesario primero ingresar al sistema. El usuario que desee ingresar a éste, debe validar sus credenciales. Para el caso en cuestión del proceso convocatoria de proyectos el usuario encargado de iniciar el proceso es el vicerrector de investigación (Ver figura 10-1).



**Figura. 10-1. Ingreso al sistema.**

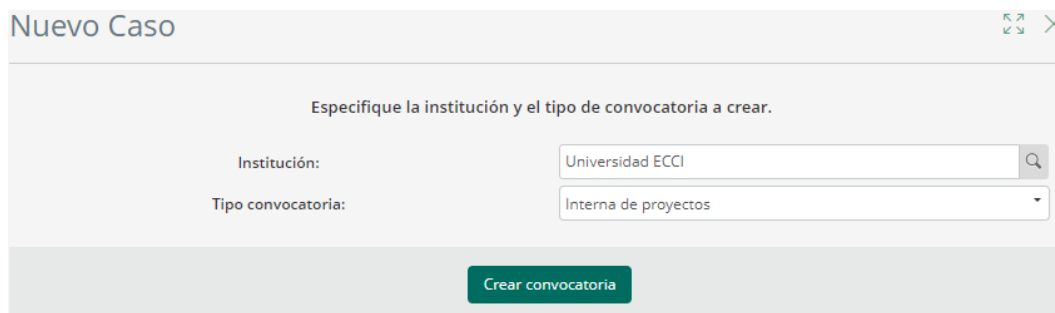
Una vez adentro, el usuario se encontrará con diferentes opciones según sus privilegios; inbox, nuevo caso, consultas y reportes (Ver figura 10-2). Inbox permite conocer rápidamente las actividades que tiene asignadas el usuario y que aún no ha ejecutado en un proceso. Nuevo caso, despliega las aplicaciones a las que tiene acceso el usuario según su perfil, permitiendo iniciar determinados procesos. De igual forma, consultas permite consultar dependiendo del usuario cierta información referente a los grupos de investigación, proyectos, semilleros, etc. Por último la opción de reportes, permite conocer a los *stakeholders* el estado del proceso, es decir en qué actividad se encuentra y quien la está ejecutando. Para iniciar el proceso convocatoria de proyectos se debe acceder a gestión de convocatorias y pulsar en convocatoria de proyectos.



**Figura. 10-2. Selección del proceso a ejecutar.**

Cuando el proceso seleccionado es convocatoria de proyectos, se despliega una ventana alterna en la que es necesario especificar la institución que realiza la convocatoria y el tipo de convocatoria (interna de proyectos, semilleros de investigación y externa de proyectos).

Una vez diligenciado estos campos, se debe pulsar en crear convocatoria, iniciando la ejecución del proceso (Ver figura 10-3).



The screenshot shows a web form titled "Nuevo Caso" in a light blue header bar. Below the header, a light gray box contains the instruction "Especifique la institución y el tipo de convocatoria a crear." There are two input fields: "Institución:" with a text input containing "Universidad ECCI" and a search icon, and "Tipo convocatoria:" with a dropdown menu showing "Interna de proyectos". At the bottom of the form is a green button labeled "Crear convocatoria".

**Figura. 10-3. Tipo de convocatoria.**

Cuando el proceso es iniciado, la primera actividad que se ejecuta es definir términos de referencia. En esta el vicerrector debe diligenciar los términos referentes a la convocatoria; nombre de la convocatoria, conceptos generales (Objetivo y presentación de la convocatoria), el perfil de los aplicantes a la misma, los productos requeridos, los rubros financiados, el comité evaluador de la convocatoria. De igual forma, debe adjuntar el archivo en PDF con los términos de referencia y el formato en el que se deben presentar los proyectos (Ver figura 10-4). Al terminar de diligenciar estos campos, se pulsa en siguiente y se espera la aprobación del director de la unidad de I+D+i.

Convocatoria de proyectos > Definir terminos de referencia

**Nombre de la convocatoria**

Convocatoria interna para la conformación del banco de proyectos de investigación

**Tipo de la convocatoria**

Interna de proyectos

Código de la convocatoria: CIP-1-2019

Conceptos generales

Aplicantes

Productos requeridos

Rubros financiados

Cronograma

Comité evaluador

**Objetivo de la convocatoria**

Constituir un banco de proyectos para fortalecer la investigación en la universidad mediante el apoyo a proyectos formulados por grupos de investigación institucionales, por profesores y estudiantes de las diferentes unidades académicas y proyectos formulados en colaboración.

**Presentación de la convocatoria**

La presente convocatoria plantea iniciar un proceso de consolidación del banco de proyectos de semilleros asociados a la líneas de investigación institucionales y a los grupos de investigación.

Se hace la invitación a toda la comunidad educativa a presentar los proyectos de investigación que se desarrollan desde las direcciones de programa o grupos de investigación, los cuales pueden estar en proceso de desarrollo o ser nuevas propuestas.

**Terminos de referencia:**

CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGAC...

**Formato de proyecto:**

FR-IN-031 Formato presentación propuesta ...

Guardar

Siguiente

Figura. 10-4. Términos de referencia de la convocatoria.

Conceptos generales

Aplicantes

Productos requeridos

Rubros financiados

Cronograma

Comité evaluador

▼ Perfil de los aplicantes

Docente

Estudiante

+ -

Figura. 10-5. Perfil de los aplicantes a la convocatoria.

Conceptos generales

Aplicantes

Productos requeridos

Rubros financiados

Cronograma

Comité evaluador

▼ Registre los productos esperados de la convocatoria

Tipología del producto	Producto	Cantidad	Descripción
Nuevo conocimiento	Artículo científico - ART_B	1	Artículo completo o sometido a publicación en revista internacional Q3 o superior.
Nuevo conocimiento	Artículo científico - ART_D	1	Artículo completo o sometido a publicación en revistas nacionales.
Nuevo conocimiento	Libro resultado de investigación - LIB_B	1	Opcional
Formación del recurso humano en CTel	Trabajo de grado de pregrado - TP_B	2	Estudiantes de pregrado - Opcional
Apropiación social del conocimiento	Evento científico - EC_A	1	Ponencias presentadas en eventos, congresos, seminarios, coloquios, etc.
Desarrollo tecnológico e innovación	Software - SF_A	1	Producto para ser transferido por la OTRI. (Opcional)

+ -








Figura. 10-6. Productos requeridos de la convocatoria.

Conceptos generales	Aplicantes	Productos requeridos	Rubros financiados	Cronograma	Comité evaluador
<b>▼ Registre los rubros financiados de la convocatoria</b>					
			<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	
			Materiales e insumos	Si	
			Equipos	Si	
			Servicios técnicos	Si	
			Personal	Personal para procesos operativos - no se financia asesores	
			Viajes	Hasta el 15% del presupuesto total del proyecto	
			Publicaciones	Si	
			+		

**Figura. 10-7. Rubros financiados de la convocatoria.**






Conceptos generales	Aplicantes	Productos requeridos	Rubros financiados	Cronograma	Comité evaluador
<div> <div> <b>Fecha de inicio</b> <div> <div>25/09/2019</div> <div>04:00PM</div> </div> </div> <div> <b>Fecha de cierre</b> <div> <div>26/09/2019</div> <div>12:00PM</div> </div> </div> <div> <b>Fecha de resultados</b> <div> <div>27/09/2019</div> <div>09:00AM</div> </div> </div> </div>					

**Figura. 10-8. Cronograma de la convocatoria.**

Conceptos generales	Aplicantes	Productos requeridos	Rubros financiados	Cronograma	Comité evaluador									
<div> <div>▼ Comité evaluador</div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Evaluator</th> <th></th> <th>Definir rol</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Docente 2</td> <td></td> <td> <div> <div></div> <div>Evaluador de proyecto</div> <div>▼</div> </div> </td> </tr> <tr> <td>Docente 8</td> <td></td> <td> <div> <div></div> <div>Evaluador de proyecto</div> <div>▼</div> </div> </td> </tr> </tbody> </table> <div> <div>+</div> <div></div> </div> </div>						Evaluator		Definir rol	Docente 2		<div> <div></div> <div>Evaluador de proyecto</div> <div>▼</div> </div>	Docente 8		<div> <div></div> <div>Evaluador de proyecto</div> <div>▼</div> </div>
Evaluator		Definir rol												
Docente 2		<div> <div></div> <div>Evaluador de proyecto</div> <div>▼</div> </div>												
Docente 8		<div> <div></div> <div>Evaluador de proyecto</div> <div>▼</div> </div>												

**Figura. 10-9. Comité evaluador de la convocatoria.**

Al ingresar el director de la unidad al sistema, encontrará en su inbox una actividad pendiente (Aprobar términos de referencia) del proceso convocatoria de proyectos (Ver figura 10-10).

	Caso No	Proceso	Actividad	Fecha creación caso	Actividad vence en	Fecha Solución caso
   	4051	Convocatoria de proyectos	 Aprobar terminos de referencia	25/09/2019 03:18 am	30/09/2019 03:54 pm	24/10/2019 03:18 pm

**Figura. 10-10. Actividad pendiente en Inbox.**

Al acceder a la actividad podrá verificar cada uno de los términos establecidos en la convocatoria y con base en ello aprobarla o no. En caso de que la convocatoria sea aprobada (Ver figura 10-11), el usuario finalizará la actividad y una vez sea abierta la convocatoria según el cronograma establecido, se enviará automáticamente un correo electrónico a la comunidad académica informando de la misma (Ver figura 10-13). En caso

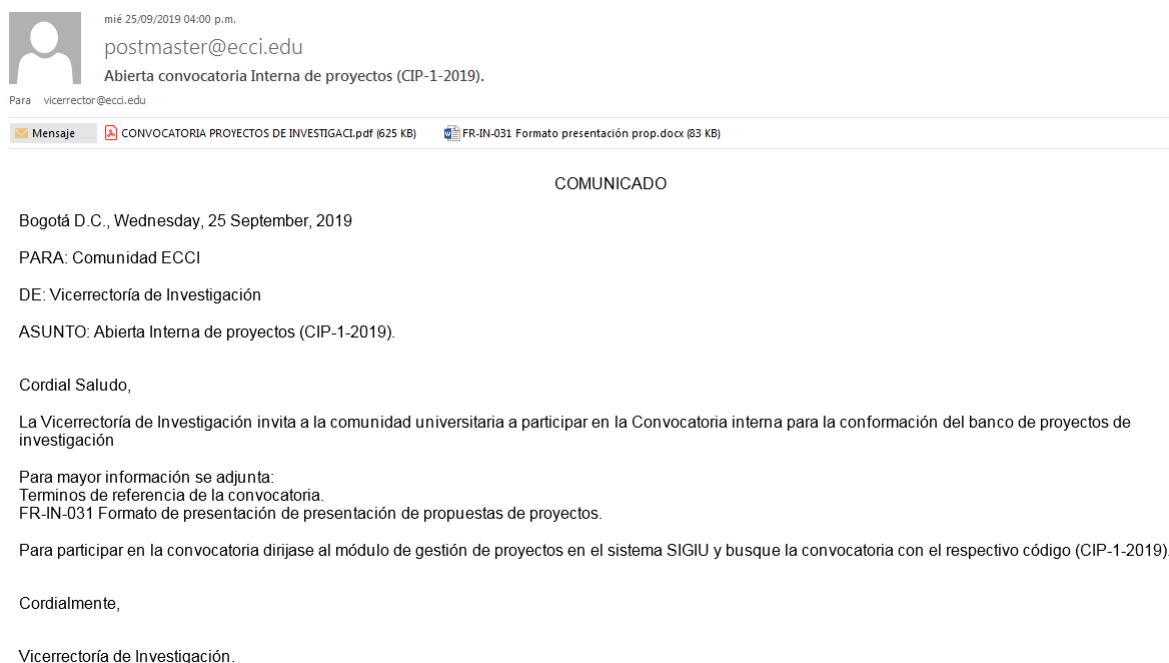
de que la convocatoria no sea aprobada, se debe especificar el motivo por el cual no se aprueba y se retornará a la actividad definir términos de referencia por parte del vicerrector de investigación (Ver figura 10-12).

Nombre de la convocatoria						Tipo de la convocatoria
Convocatoria interna para la conformación del banco de proyectos de investigación						Interna de proyectos
						Código de la convocatoria: CIP-1-2019
Conceptos generales	Aplicantes	Productos requeridos	Rubros financiados	Cronograma	Comité evaluador	
<p><b>Objetivo de la convocatoria</b></p> <p>Constituir un banco de proyectos para fortalecer la investigación en la universidad mediante el apoyo a proyectos formulados por grupos de investigación institucionales, por profesores y estudiantes de las diferentes unidades académicas y proyectos formulados en colaboración.</p> <p><b>Presentación de la convocatoria</b></p> <p>La presente convocatoria plantea iniciar un proceso de consolidación del banco de proyectos de semilleros asociados a la líneas de investigación institucionales y a los grupos de investigación.</p> <p>Se hace la invitación a toda la comunidad educativa a presentar los proyectos de investigación que se desarrollan desde las direcciones de programa o grupos de investigación, los cuales pueden estar en proceso de desarrollo o ser nuevas propuestas.</p>						
Terminos de referencia:		CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGAC...		Formato de proyecto:		FR-IN-031 Formato presentación propuesta ...
Aprobar convocatoria						
Aprobar convocatoria:						<input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No

**Figura. 10-11. Convocatoria aprobada.**

Nombre de la convocatoria						Tipo de la convocatoria
Convocatoria interna para la conformación del banco de proyectos de investigación						Interna de proyectos
						Código de la convocatoria: CIP-1-2019
Conceptos generales	Aplicantes	Productos requeridos	Rubros financiados	Cronograma	Comité evaluador	
<p><b>Objetivo de la convocatoria</b></p> <p>Constituir un banco de proyectos para fortalecer la investigación en la universidad mediante el apoyo a proyectos formulados por grupos de investigación institucionales, por profesores y estudiantes de las diferentes unidades académicas y proyectos formulados en colaboración.</p> <p><b>Presentación de la convocatoria</b></p> <p>La presente convocatoria plantea iniciar un proceso de consolidación del banco de proyectos de semilleros asociados a la líneas de investigación institucionales y a los grupos de investigación.</p> <p>Se hace la invitación a toda la comunidad educativa a presentar los proyectos de investigación que se desarrollan desde las direcciones de programa o grupos de investigación, los cuales pueden estar en proceso de desarrollo o ser nuevas propuestas.</p>						
Terminos de referencia:		CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGAC...		Formato de proyecto:		FR-IN-031 Formato presentación propuesta ...
Aprobar convocatoria						
Aprobar convocatoria:						<input type="radio"/> Si <input checked="" type="radio"/> No
Concepto no aprobación						

**Figura. 10-12. Convocatoria no aprobada.**



**Figura. 10-13. Publicación de la convocatoria.**

Una vez la convocatoria haya finalizado se evalúan los proyectos presentados (Para someter un proyecto revise la sección 10.2. Para esta convocatoria se radicarón tres proyectos), los cuales son distribuidos automáticamente por el sistema entre los integrantes del comité evaluador definidos anteriormente. Esta distribución se realiza por asignación de carga (Ver figuras 10-14 a 10-15).

	Caso No	Proceso	Actividad	Fecha creación caso	Actividad vence en	Fecha Solución caso
☆ 🔍	4051	Evaluar proyecto	● Evaluar pertinencia y profundidad	26/09/2019 12:00 pm	01/10/2019 12:00 pm	04/10/2019 12:00 pm
☆ 🔍	4051	Evaluar proyecto	● Evaluar pertinencia y profundidad	26/09/2019 12:00 pm	01/10/2019 12:00 pm	04/10/2019 12:00 pm

**Figura. 10-14. Proyectos a evaluar integrante 1 del comité evaluador.**

	Caso No	Proceso	Actividad	Fecha creación caso	Actividad vence en	Fecha Solución caso
☆ 🔍	4051	Evaluar proyecto	● Evaluar pertinencia y profundidad	26/09/2019 12:00 pm	01/10/2019 12:00 pm	04/10/2019 12:00 pm

**Figura. 10-15. Proyectos a evaluar integrante 2 del comité evaluador.**

Al ingresar a la actividad evaluar pertinencia y profundidad se puede revisar el proyecto en su totalidad. En el recuadro rojo en la figura 10-16 se observan los diferentes criterios de evaluación para el proyecto; evaluación de pertinencia, evaluación de calidad (Ver figura 10-17), y concepto de evaluación (Ver figura 10-18).



Nombre del proyecto		Duración del proyecto:	12												
		Interinstitucional:	Si												
Prototipo de arquitectura empresarial con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una institución de Educación Superior.															
Conceptos generales	Objetivos específicos	Investigadores	Productos esperados												
Presupuesto															
<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Diseñar y construir un prototipo de arquitectura empresarial, con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una universidad de educación superior.</p> <p><b>Síntesis</b></p> <p>El proyecto plantea el desarrollo de un prototipo de Arquitectura Empresarial (AE) con énfasis en procesos de negocio, al interior de la vicerrectoría de investigación de una universidad, con el objetivo de gestionar los procesos que se llevan a cabo en la dependencia. Para ello es necesario, conocer la estructura organizacional, los objetivos de negocio de la vicerrectoría y levantar un estado actual de arquitectura. Posteriormente de acuerdo a los servicios y procesos detectados, desarrollar un sistema que facilite el flujo de información en la dependencia y optimice la ejecución de los servicios basándose en la automatización de los procesos de negocio.</p> <p><b>Impacto esperado</b></p> <p>La comunidad académica de la universidad, será la principal beneficiada con el desarrollo del proyecto, ya que el sistema que se implemente bajo el concepto de AE, permitirá analizar, controlar y realizar seguimiento a las actividades de investigación que se llevan a cabo en la vicerrectoría de investigación. De igual manera, los indicadores de desempeño que se gestionen en el sistema, servirán como insumo a la hora de presentar reportes frente al MEN o alguna visita de pares, como es el caso de porcentaje de ejecución en los proyectos aprobados.</p>															
Propuesta del proyecto:		Propuesta proyecto prototipo AE.docx													
<p><b>Aval de proyecto</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Grupo de Investigación</th> <th>Aval</th> <th>Concepto de aval</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INDETECA</td> <td>Si</td> <td>Yo, Docente 4 en calidad de director del grupo de investigación INDETECA, asociado a la facultad de ingeniería de la universidad, me permito manifestar la intención del grupo en la participación del proyecto de investigación, en caso de resultar éste aprobado, bajo los términos de referencia y reglamento de la presente convocatoria.</td> </tr> <tr> <td>SIGICENTY</td> <td>Si</td> <td>Yo, Docente 5 en calidad de director del grupo de investigación SIGICENTY, asociado a la facultad de ingeniería de la universidad, me permito manifestar la intención del grupo en la participación del proyecto de investigación, en caso de resultar éste aprobado, bajo los términos de referencia y reglamento de la presente convocatoria.</td> </tr> </tbody> </table>				Grupo de Investigación	Aval	Concepto de aval	INDETECA	Si	Yo, Docente 4 en calidad de director del grupo de investigación INDETECA, asociado a la facultad de ingeniería de la universidad, me permito manifestar la intención del grupo en la participación del proyecto de investigación, en caso de resultar éste aprobado, bajo los términos de referencia y reglamento de la presente convocatoria.	SIGICENTY	Si	Yo, Docente 5 en calidad de director del grupo de investigación SIGICENTY, asociado a la facultad de ingeniería de la universidad, me permito manifestar la intención del grupo en la participación del proyecto de investigación, en caso de resultar éste aprobado, bajo los términos de referencia y reglamento de la presente convocatoria.			
Grupo de Investigación	Aval	Concepto de aval													
INDETECA	Si	Yo, Docente 4 en calidad de director del grupo de investigación INDETECA, asociado a la facultad de ingeniería de la universidad, me permito manifestar la intención del grupo en la participación del proyecto de investigación, en caso de resultar éste aprobado, bajo los términos de referencia y reglamento de la presente convocatoria.													
SIGICENTY	Si	Yo, Docente 5 en calidad de director del grupo de investigación SIGICENTY, asociado a la facultad de ingeniería de la universidad, me permito manifestar la intención del grupo en la participación del proyecto de investigación, en caso de resultar éste aprobado, bajo los términos de referencia y reglamento de la presente convocatoria.													
<p><b>Evaluación de pertinencia</b>   <b>Evaluación de calidad</b>   <b>Conceptos de evaluación</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1. ¿El proyecto está alineado con por lo menos 1 línea institucional, 1 línea de programa o grupo y con alguna temática específica del programa?:</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2. ¿El proyecto sustenta su justificación desde una necesidad real de una empresa / comunidad / sector?:</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3. ¿El proyecto propone o viabiliza la adquisición o mejoramiento de laboratorios especializados?:</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4. ¿El proyecto propone o asegura la participación activa de estudiantes / semilleros a través de la realización de sub-proyectos o actividades de complejidad adecuada a los niveles de formación?:</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5. ¿El proyecto propone o asegura la participación activa de por lo menos 1 experto Nacional?:</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>6. ¿El proyecto propone o asegura la participación activa de por lo menos 1 experto Internacional?:</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>				1. ¿El proyecto está alineado con por lo menos 1 línea institucional, 1 línea de programa o grupo y con alguna temática específica del programa?:	5	2. ¿El proyecto sustenta su justificación desde una necesidad real de una empresa / comunidad / sector?:	4	3. ¿El proyecto propone o viabiliza la adquisición o mejoramiento de laboratorios especializados?:	3	4. ¿El proyecto propone o asegura la participación activa de estudiantes / semilleros a través de la realización de sub-proyectos o actividades de complejidad adecuada a los niveles de formación?:	4	5. ¿El proyecto propone o asegura la participación activa de por lo menos 1 experto Nacional?:	5	6. ¿El proyecto propone o asegura la participación activa de por lo menos 1 experto Internacional?:	1
1. ¿El proyecto está alineado con por lo menos 1 línea institucional, 1 línea de programa o grupo y con alguna temática específica del programa?:	5														
2. ¿El proyecto sustenta su justificación desde una necesidad real de una empresa / comunidad / sector?:	4														
3. ¿El proyecto propone o viabiliza la adquisición o mejoramiento de laboratorios especializados?:	3														
4. ¿El proyecto propone o asegura la participación activa de estudiantes / semilleros a través de la realización de sub-proyectos o actividades de complejidad adecuada a los niveles de formación?:	4														
5. ¿El proyecto propone o asegura la participación activa de por lo menos 1 experto Nacional?:	5														
6. ¿El proyecto propone o asegura la participación activa de por lo menos 1 experto Internacional?:	1														
<p><b>Guardar</b>   <b>Finalizar</b></p>															

Figura. 10-16. Evaluación de pertinencia y profundidad.

Evaluación de pertinencia	Evaluación de calidad	Conceptos de evaluación
<p>1. ¿Los objetivos definidos son medibles cuantitativa o cualitativamente?:</p> <p>4</p>		
<p>2. ¿Están definidos los productos o entregables finales, como avances científicos y/o técnicos que propone el proyecto?:</p> <p>5</p>		
<p>3. ¿El proyecto se define claramente como Investigación / Desarrollo / Innovación y está claramente definido el criterio utilizado para esto?:</p> <p>4</p>		
<p>4. ¿Están definidas las ventajas y limitaciones para el desarrollo del proyecto?:</p> <p>3</p>		
<p>5. ¿Están descritos en la propuesta si se requiere proteger la propiedad de los resultados obtenidos?:</p> <p>3</p>		
<p>6. ¿Están mencionados y descritos adecuadamente las normas / leyes / reglamentación que afectan el proyecto?:</p> <p>4</p>		
<p>7. ¿Están mencionados y descritos adecuadamente (y si son necesarios) autorizaciones especiales, acuerdos de cooperación o contratos necesarios para el desarrollo del proyecto?:</p> <p>3</p>		

Figura. 10-17. Evaluación de calidad.

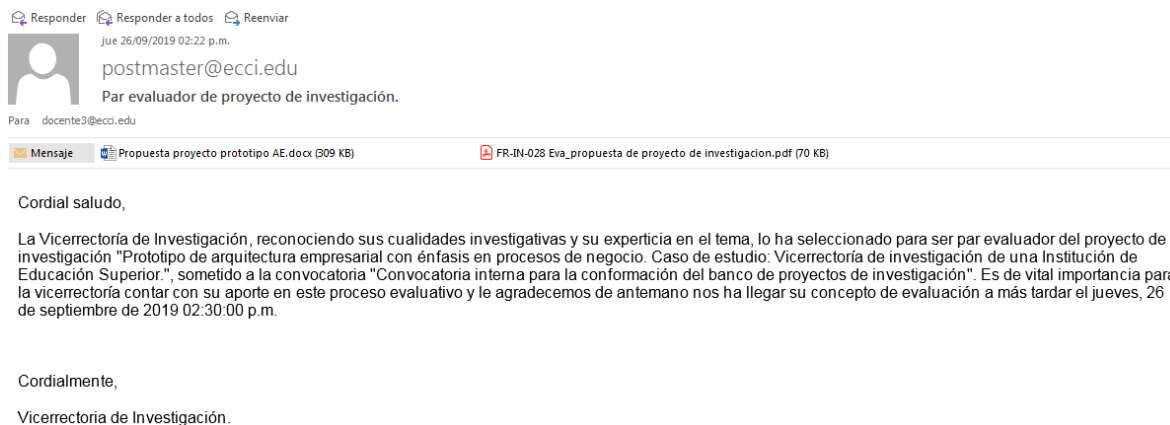
Evaluación de pertinencia	Evaluación de calidad	Conceptos de evaluación	Par evaluador
<b>Compromisos generales básicos</b> Presenta lo establecido en la <u>convocatoria</u>		<b>Tiempo de dedicación de los investigadores</b> 1 Investigador (10 horas dedicación), 1 Investigadores (6 horas dedicación), 1 investigador externo ( 2 horas dedicación)	
<b>Cronograma</b> Presenta <u>cronograma</u> adecuado		<b>Pertinencia</b> El proyecto apunta a las línea de investigación de ingeniería de software	
<b>Presupuesto</b> No cumple con el 15% del presupuesto en cuanto al rubro viajes internacionales.		<b>Relevancia del tema a nivel mundial (ISI - Scopus)</b> Presenta compromiso de publicación en <u>Q3</u>	
<b>Observaciones del comité</b> Avalado por dos grupos de investigación			
¿Es necesario un par evaluador externo para evaluar este proyecto?: <input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No			

**Figura. 10-18. Conceptos de evaluación.**

En caso de que sea necesario un par evaluar externo para el proyecto, se desplegará la pestaña par evaluador y se deberá registrar la información correspondiente. Al finalizar esta tarea, se envía un correo electrónico al correo diligenciado con la propuesta del proyecto presentada y el formato de evaluación del mismo.

Evaluación de pertinencia	Evaluación de calidad	Conceptos de evaluación	Par evaluador
<b>Datos del par evaluador</b>			
Nombre: <input type="text" value="Docente 3"/>			
Perfil: <input type="text" value="Ingeniero de sistemas"/>			
Correo: <input type="text" value="docente3@ecci.edu"/>			
Fecha límite de evaluación:		<input type="text" value="26/09/2019"/> <input type="text" value="02:30PM"/>	
Formato evaluación:		<input type="text" value="FR-IN-028 Eva_propuesta de proyecto de investigacion.pdf"/>	

**Figura. 10-19. Par evaluar proyecto.**



**Figura. 10-20. Correo electrónico a par evaluador de proyecto.**

Al ser evaluados todos los proyectos, el vicerrector de investigación y el director de la unidad deben aprobar o no aprobar según su criterio los proyectos sometidos (Ver figura 10-21). Para ello, se debe seleccionar el proyecto, desplegando la venta emergente de aprobación (Ver figura 10-22). En esta ventana se puede aprobar, aprobar con modificaciones (Modificar el presupuesto con su respectiva justificación) y no aprobar (Especificando el concepto de no aprobación) el proyecto radicado.

Convocatoria					Código:		CIP-1-2019	
Convocatoria interna para la conformación del banco de proyectos de investigación					Publicación de resultados			
27/09/2019 09:00:00 am								
▼ Proyectos presentados en la convocatoria								
Proyecto	Compromisos generales	Cronograma	Presupuesto	Tiempo investigadores	Pertinencia	Observaciones	Relevancia (ISI - Scopus)	Puntaje evaluación
Prototipo de arquitectura empresarial con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una Institución de Educación Superior.	Presenta lo establecido en la convocatoria	Presenta cronograma adecuado	No cumple con el 15% del presupuesto en cuanto al rubro viajes internacionales.	1 Investigador (10 horas dedicación), 1 investigadores (6 horas dedicación), 1 investigador externo ( 2 horas dedicación)	El proyecto apunta a las línea de investigación de ingeniería de software	Avalado por dos grupos de investigación	Presenta compromiso de publicación en Q3	48
Evaluación de propiedades fisicoquímicas de calcita sintética obtenida mediante carbonatación mineral de residuos industriales	Cumple	Perfecto	Aclaración de presupuesto publicación	1 investigador con 10 horas de dedicación	Satisface las línea de investigación del grupo	Cumple requisitos de compromisos generales básicos , pedir aclaración de presupuesto en publicaciones.	Promete un publicación Q2	40
Permanencia académica en la universidad con base en los resultados saber pro 2015 a 2017 aplicando métodos de minería de datos y análisis estadístico	Cumple	Cumple	No cumple	1 investigador con 10 horas de dedicación	Cumple	Cumple con los compromisos generales y cronograma. El rubro viajes del presupuesto no cumple lo establecido en la convocatoria.	No tiene publicación internacional	39
✎								
							Guardar	Siguiente

**Figura. 10-21. Resultado de la evaluación de proyectos.**

Proyectos presentados en la convocatoria

Nombre del proyecto	Duración del proyecto:	12
Prototipo de arquitectura empresarial con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una Institución de Educación Superior.	Interinstitucional:	Si

Aprobar proyecto

Conceptos generales

Objetivos específicos

Investigadores

Productos esperados

Presupuesto

Aprobar	Aprobar con modificaciones	No aprobado
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Propuesta del proyecto:

Propuesta proyecto prototipo AE.docx

▼ Aval de proyecto

Guardar

Cancelar

**Figura. 10-22. Aprobar proyecto presentado.**

Cuando el vicerrector ha emitido su concepto el director de la unidad podrá revisar cuales son los proyectos que hasta el momento han sido aprobados, y según su criterio puede modificar la aprobación de los mismos. En la figura 10-23 se observan resaltados los proyectos que han sido aprobados. Una vez se haya dado respuesta a cada uno de los proyectos se pueden publicar los resultados.

Convocatoria

Código: CIP-1-2019

Publicación de resultados




Convocatoria interna para la conformación del banco de proyectos de investigación


27/09/2019 09:00:00 am

▼ Proyectos presentados en la convocatoria								
Proyecto	Compromisos generales	Cronograma	Presupuesto	Tiempo investigadores	Pertinencia	Observaciones	Relevancia (ISI - Scopus)	Puntaje evaluación
Prototipo de arquitectura empresarial con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una Institución de Educación Superior.	Presenta lo establecido en la convocatoria	Presenta cronograma adecuado	No cumple con el 15% del presupuesto en cuanto al rubro viajes internacionales.	1 Investigador (10 horas dedicación), 1 investigadores (6 horas dedicación), 1 investigador externo ( 2 horas dedicación)	El proyecto apunta a las líneas de investigación de ingeniería de software	Avalado por dos grupos de investigación	Presenta compromiso de publicación en Q3	48
Evaluación de propiedades fisicoquímicas de calclita sintética obtenida mediante carbonatación mineral de residuos industriales	Cumple	Perfecto	Aclaración de presupuesto publicación	1 investigador con 10 horas de dedicación	Satisface las líneas de investigación del grupo	Cumple requisitos de compromisos generales básicos, pedir aclaración de presupuesto en publicaciones.	Promete un publicación Q2	40
Permanencia académica en la universidad con base en los resultados saber pro 2015 a 2017 aplicando métodos de minería de datos y análisis estadístico	Cumple	Cumple	No cumple	1 investigador con 10 horas de dedicación	Cumple	Cumple con los compromisos generales y cronograma. El rubro viajes del presupuesto no cumple lo establecido en la convocatoria.	No tiene publicación internacional	39

**Figura. 10-23. Proyectos aprobados en la convocatoria.**

Cuando los resultados son publicados, automáticamente se envía un correo electrónico al investigador principal del proyecto informando el resultado del mismo (Ver figuras 10-24 a 10-26).

 Responder
  Responder a todos
  Reenviar


 vie 27/09/2019 09:15 a.m.  
 postmaster@ecci.edu  
 Proyecto PI1-CIP-1-2019 aprobado

Para docente1@ecci.edu

#### COMUNICADO

Bogotá D.C., Friday, 27 September, 2019

PARA: Docente 1

DE: Vicerrectoría de Investigación

ASUNTO: Proyecto PI1-CIP-1-2019 aprobado

Cordial Saludo,

La Vicerrectoría de Investigación se complace en informarle que el proyecto Prototipo de arquitectura empresarial con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una Institución de Educación Superior. (PI1-CIP-1-2019), sometido a la convocatoria Convocatoria interna para la conformación del banco de proyectos de investigación (CIP-1-2019), en el que se encuentra vinculado como investigador principal ha sido aprobado. Por tal razón debe diligenciar el acta de inicio de sus proyecto y someterla para su correspondiente aprobación.

Cordialmente,

Vicerrectoría de Investigación.

**Figura. 10-24. Publicación de resultados: proyecto aprobado.**

Responder Responder a todos Reenviar  
vie 27/09/2019 09:15 a.m.  
postmaster@ecci.edu  
Proyecto PI2-CIP-1-2019 aprobado con modificaciones.  
Para docente7@ecci.edu

**COMUNICADO**

Bogotá D.C., Friday, 27 September, 2019

PARA: Docente 7

DE: Vicerrectoría de Investigación

ASUNTO: Proyecto PI2-CIP-1-2019 aprobado con modificaciones.

Cordial Saludo,

La Vicerrectoría de Investigación se complace en informarle que el proyecto Evaluación de propiedades fisicoquímicas de calcita sintética obtenida mediante carbonatación mineral de residuos industriales (PI2-CIP-1-2019), sometido a la convocatoria Convocatoria interna para la conformación del banco de proyectos de investigación (CIP-1-2019), en el que se encuentra vinculado como investigador principal ha sido aprobado con modificaciones. Por tal razón debe diligenciar el acta de inicio de sus proyecto y someterla para su correspondiente aprobación, teniendo en cuenta las modificaciones sugeridas.

Las modificaciones bajo las cuales se aprobo el proyecto se enuncian a continuación:  
Se ajusta el presupuesto de servicios técnicos de \$5.000.000 a \$ 3.000.000

Cordialmente,

Vicerrectoría de Investigación.

**Figura. 10-25. Publicación de resultados: proyecto aprobado con modificaciones.**

Responder Responder a todos Reenviar  
vie 27/09/2019 09:15 a.m.  
postmaster@ecci.edu  
Proyecto PI3-CIP-1-2019 no aprobado  
Para docente6@ecci.edu

**COMUNICADO**

Bogotá D.C., Friday, 27 September, 2019

PARA: Docente 6

DE: Vicerrectoría de Investigación

ASUNTO: Proyecto PI3-CIP-1-2019 no aprobado

Cordial Saludo,

La Vicerrectoría de Investigación le informar que el proyecto Permanencia académica en la universidad con base en los resultados saber pro 2015 a 2017 aplicando métodos de minería de datos y análisis estadístico (PI3-CIP-1-2019), sometido a la convocatoria Convocatoria interna para la conformación del banco de proyectos de investigación (CIP-1-2019), en el que se encuentra vinculado como investigador principal no ha sido aprobado, debido a las siguientes razones:

El proyecto no satisface el requisito de publicación internacional que exige la convocatoria.

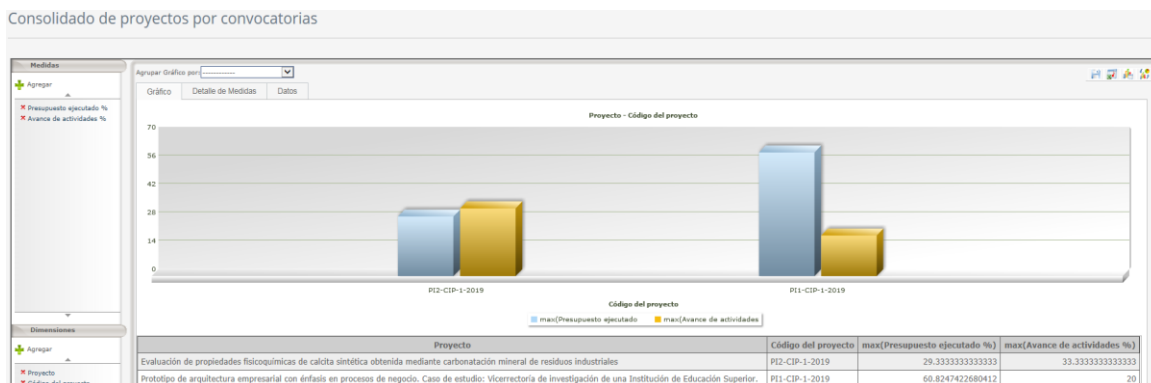
Cordialmente,

Vicerrectoría de Investigación.

**Figura. 10-26. Publicación de resultado: proyecto no aprobado.**

Una vez los proyectos han sido aprobados y estos empiezan a ser ejecutados, el sistema permite consultar el estado de los proyectos. El término estado, hace referencia al porcentaje de avance de actividades y de ejecución de presupuesto de un proyecto aprobado. Ahora bien, teniendo en cuenta lo anterior, para la convocatoria en cuestión se

realiza la consulta “consolidado de proyectos por convocatoria” (Ver figura 10-27), permitiendo observar gráficamente el porcentaje de avance de cada uno de los proyectos financiados.

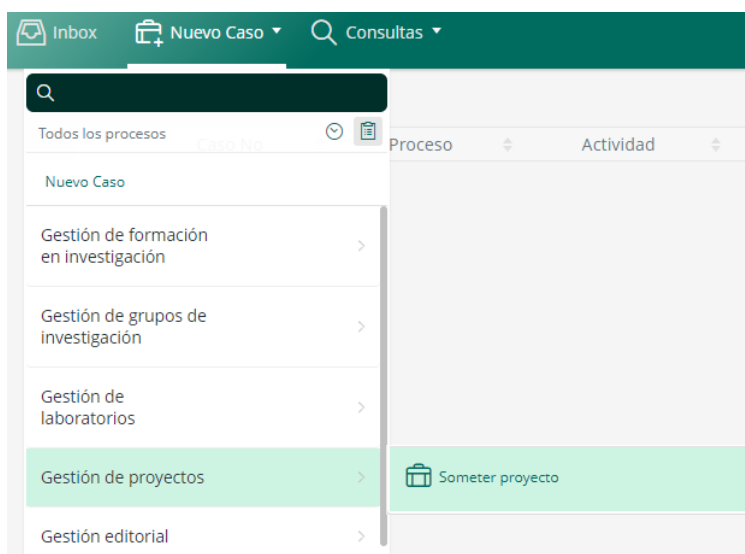


**Figura. 10-27. Consulta: Consolidado de proyectos por convocatoria.**

Este tipo de gráficos facilita a la alta dirección conocer rápidamente en que se encuentra cada proyecto, y si hay algún proyecto atrasado tomar las acciones respectivas, para solucionar los inconvenientes que se la presentado al investigador a la hora de ejecutar el proyecto.

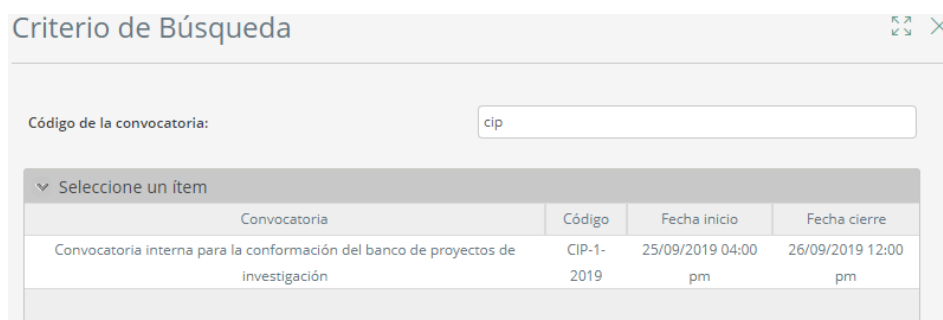
## 10.2. Validación de proceso: Someter proyecto

Cuando un usuario desea participar en una convocatoria, debe acceder a la aplicación gestión de proyectos y seleccionar el proceso someter proyecto (Ver figura 10-28).



**Figura. 10-28. Seleccionar proceso someter proyecto.**

Al pulsar en someter proyecto, se despliega una ventana emergente en la que es necesario buscar la convocatoria en la que se va a participar. Para ello, el usuario debe ingresar el código de la convocatoria. El sistema automáticamente mostrará las convocatorias que inician con ese código y que actualmente se encuentran abiertas (Ver figura 10-29).



**Figura. 10-29. Búsqueda de convocatoria por código.**

Al seleccionar la convocatoria respectiva, el sistema mostrará los términos de referencia de está y los documentos adjuntos (Ver figura 10-30). Una vez revisado los términos, si el usuario así lo desea debe pulsar en participar en convocatoria, de lo contrario podrá cerrar la ventana y no se habrá iniciado el proceso. Ahora bien, en este punto es importante tener en cuenta el perfil del usuario, ya que si este no satisface el perfil del aplicante en la convocatoria el sistema no le permitirá continuar con el proceso para someter el proyecto.



**Nuevo Caso**

Convocatoria:

Nombre de la convocatoria:

Tipo de la convocatoria:

Código de la convocatoria:

Conceptos generales | **Aplicantes** | Productos requeridos | Rubros financiados | Cronograma | Comité evaluador

**Objetivo de la convocatoria**

Constituir un banco de proyectos para fortalecer la investigación en la universidad mediante el apoyo a proyectos formulados por grupos de investigación institucionales, por profesores y estudiantes de las diferentes unidades académicas y proyectos formulados en colaboración.

**Presentación de la convocatoria**

La presente convocatoria plantea iniciar un proceso de consolidación del banco de proyectos de semilleros asociados a la líneas de investigación institucionales y a los grupos de investigación.

Se hace la invitación a toda la comunidad educativa a presentar los proyectos de investigación que se desarrollan desde las direcciones de programa o grupos de investigación, los cuales pueden estar en proceso de desarrollo o ser nuevas propuestas.

Terminos de referencia:  Formato de proyecto:

[Participar en convocatoria](#)

**Figura. 10-30. Participar en convocatoria.**

Una vez el sistema le permita al usuario participar en la convocatoria, este debe diligenciar la información referente al proyecto; nombre del proyecto, duración, interinstitucional, conceptos generales (objetivo general, síntesis, impacto esperado – Ver figura 10-31), objetivos específicos (Ver figura 10-32), investigadores (Ver figura 10-33), productos esperados en los que se puede comprometer respecto a los establecidos en la convocatoria (Ver figura 10-34) y presupuesto en la que debe diligenciar los rubros necesarios para la ejecución del proyecto (Ver figura 10-35). Al terminar de diligenciar estos campos se debe solicitar el aval respectivo de los grupos de investigación a los que pertenecen los investigadores internos, dado que es una convocatoria interna. En el caso de que un estudiante presente un proyecto a una convocatoria y no se encuentre vinculado a ningún grupo de investigación podrá someter su proyecto sin necesidad de aval.

Nombre del proyecto

Prototipo de arquitectura empresarial con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una Institución de Educación Superior.

Duración del proyecto: 12

Interinstitucional: ☒ Si ☐ No

Conceptos generales | **Objetivos específicos** | Investigadores | Productos esperados | Presupuesto

**Objetivo general**

Diseñar y construir un prototipo de arquitectura empresarial, con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una universidad de educación superior.

**Síntesis**

El proyecto plantea el desarrollo de un prototipo de Arquitectura Empresarial (AE) con énfasis en procesos de negocio, al interior de la vicerrectoría de investigación de una universidad, con el objetivo de gestionar los procesos que se llevan a cabo en la dependencia. Para ello es necesario, conocer la estructura organizacional, los objetivos de negocio de la vicerrectoría y levantar un estado actual de arquitectura. Posteriormente de acuerdo a los servicios y procesos detectados, desarrollar un sistema que facilite el flujo de información en la dependencia y optimice la ejecución de los servicios basándose en la automatización de los procesos de negocio.

**Impacto esperado**

La comunidad académica de la universidad, será la principal beneficiada con el desarrollo del proyecto, ya que el sistema que se implemente bajo el concepto de AE, permitirá analizar, controlar y realizar seguimiento a las actividades de investigación que se llevan a cabo en la vicerrectoría de investigación. De igual manera, los indicadores de desempeño que se gestionen en el sistema, servirán como insumo a la hora de presentar reportes frente al MEN o alguna visita de pares, como es el caso de porcentaje de ejecución en los proyectos aprobados.

Propuesta del proyecto: [Propuesta proyecto prototipo AE.docx](#)

**Guardar** **Solicitar aval de proyecto**

**Figura. 10-31. Diligenciar proyecto.**

Conceptos generales | **Objetivos específicos** | Investigadores | Productos esperados | Presupuesto

▼ Registre los objetivos específicos del proyecto

Objetivos específicos

Documentar y establecer todas las actividades que se desarrollan en la vicerrectoría de investigación, con el fin de identificar misión, visión, objetivos, funciones y los servicios que presta.

Identificar la arquitectura de datos, procesos, aplicaciones y TI con base a los servicios priorizados.

Desarrollar los componentes que conforman la arquitectura procesos.

Validar la arquitectura desarrollada en la vicerrectoría de investigación.

+

**Figura. 10-32. Objetivos específicos del proyecto.**

Conceptos generales	Objetivos específicos	Investigadores	Productos esperados	Presupuesto																								
Investigador principal:		Docente 1																										
<div> <div>Investigadores internos</div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Investigador</th> <th>Tipo documento</th> <th>Identificación</th> <th>Grupo investigación</th> <th>Horas/Semana</th> <th>Total de horas</th> <th>Valor hora</th> <th>Valor total de horas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Docente 1</td> <td>C.C.</td> <td>10559246</td> <td>INDETECA</td> <td>10</td> <td>480</td> <td>\$20.000,00</td> <td>\$9.600.000,00</td> </tr> <tr> <td>Docente 5</td> <td>C.C.</td> <td>145552</td> <td>SIGCIENCY</td> <td>6</td> <td>288</td> <td>\$25.000,00</td> <td>\$7.200.000,00</td> </tr> </tbody> </table> </div>					Investigador	Tipo documento	Identificación	Grupo investigación	Horas/Semana	Total de horas	Valor hora	Valor total de horas	Docente 1	C.C.	10559246	INDETECA	10	480	\$20.000,00	\$9.600.000,00	Docente 5	C.C.	145552	SIGCIENCY	6	288	\$25.000,00	\$7.200.000,00
Investigador	Tipo documento	Identificación	Grupo investigación	Horas/Semana	Total de horas	Valor hora	Valor total de horas																					
Docente 1	C.C.	10559246	INDETECA	10	480	\$20.000,00	\$9.600.000,00																					
Docente 5	C.C.	145552	SIGCIENCY	6	288	\$25.000,00	\$7.200.000,00																					
<div> <div>Investigadores externos</div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Investigador</th> <th>Tipo documento</th> <th>Identificación</th> <th>Institución</th> <th>Horas/Semana</th> <th>Total de horas</th> <th>Valor hora</th> <th>Valor total de horas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Inv Externo 1</td> <td>C.C.</td> <td>254226</td> <td>Universidad Nacional</td> <td>2</td> <td>96</td> <td>\$35.000,00</td> <td>\$3.360.000,00</td> </tr> </tbody> </table> </div>					Investigador	Tipo documento	Identificación	Institución	Horas/Semana	Total de horas	Valor hora	Valor total de horas	Inv Externo 1	C.C.	254226	Universidad Nacional	2	96	\$35.000,00	\$3.360.000,00								
Investigador	Tipo documento	Identificación	Institución	Horas/Semana	Total de horas	Valor hora	Valor total de horas																					
Inv Externo 1	C.C.	254226	Universidad Nacional	2	96	\$35.000,00	\$3.360.000,00																					
<div> <div>Estudiantes vinculados al proyecto</div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estudiante</th> <th>Tipo documento</th> <th>Identificación</th> <th>Dirección programa</th> <th>Semestre</th> <th>Horas/Semana</th> <th>Total de horas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estudiante 2</td> <td>T.I.</td> <td>2154843</td> <td>Ingeniería de sistemas</td> <td>Tercero</td> <td>4</td> <td>192</td> </tr> <tr> <td>Estudiante 4</td> <td>C.C.</td> <td>23546410</td> <td>Ingeniería de sistemas</td> <td>Séptimo</td> <td>8</td> <td>384</td> </tr> </tbody> </table> </div>					Estudiante	Tipo documento	Identificación	Dirección programa	Semestre	Horas/Semana	Total de horas	Estudiante 2	T.I.	2154843	Ingeniería de sistemas	Tercero	4	192	Estudiante 4	C.C.	23546410	Ingeniería de sistemas	Séptimo	8	384			
Estudiante	Tipo documento	Identificación	Dirección programa	Semestre	Horas/Semana	Total de horas																						
Estudiante 2	T.I.	2154843	Ingeniería de sistemas	Tercero	4	192																						
Estudiante 4	C.C.	23546410	Ingeniería de sistemas	Séptimo	8	384																						

Figura. 10-33. Investigadores del proyecto.

Conceptos generales	Objetivos específicos	Investigadores	Productos esperados	Presupuesto																								
<div> <div>Productos esperados del proyecto</div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipología del producto</th> <th>Producto</th> <th>Cantidad</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nuevo conocimiento</td> <td>Artículo científico - ART_B</td> <td>1</td> <td>Artículo sometido a revista Q3</td> </tr> <tr> <td>Nuevo conocimiento</td> <td>Artículo científico - ART_D</td> <td>1</td> <td>Artículo sometido a revista nacional</td> </tr> <tr> <td>Formación del recurso humano en CTel</td> <td>Trabajo de grado de pregrado - TP_B</td> <td>1</td> <td>Tesis de pregrado</td> </tr> <tr> <td>Apropiación social del conocimiento</td> <td>Evento científico - EC_A</td> <td>1</td> <td>Participación en un evento científico nacional</td> </tr> <tr> <td>Desarrollo tecnológico e innovación</td> <td>Software - SF_A</td> <td>1</td> <td>Desarrollo de software</td> </tr> </tbody> </table> </div>					Tipología del producto	Producto	Cantidad	Descripción	Nuevo conocimiento	Artículo científico - ART_B	1	Artículo sometido a revista Q3	Nuevo conocimiento	Artículo científico - ART_D	1	Artículo sometido a revista nacional	Formación del recurso humano en CTel	Trabajo de grado de pregrado - TP_B	1	Tesis de pregrado	Apropiación social del conocimiento	Evento científico - EC_A	1	Participación en un evento científico nacional	Desarrollo tecnológico e innovación	Software - SF_A	1	Desarrollo de software
Tipología del producto	Producto	Cantidad	Descripción																									
Nuevo conocimiento	Artículo científico - ART_B	1	Artículo sometido a revista Q3																									
Nuevo conocimiento	Artículo científico - ART_D	1	Artículo sometido a revista nacional																									
Formación del recurso humano en CTel	Trabajo de grado de pregrado - TP_B	1	Tesis de pregrado																									
Apropiación social del conocimiento	Evento científico - EC_A	1	Participación en un evento científico nacional																									
Desarrollo tecnológico e innovación	Software - SF_A	1	Desarrollo de software																									

Figura. 10-34. Productos esperados del proyecto.

Conceptos generales	Objetivos específicos	Investigadores	Productos esperados	Presupuesto																																			
<div> <div>Registre los rubros del proyecto</div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rubro</th> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Valor unitario</th> <th>Valor total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Materiales e insumos</td> <td>Licencia de software</td> <td>1</td> <td>\$11.800.000,00</td> <td>\$11.800.000,00</td> </tr> <tr> <td>Equipos</td> <td>Computador personal</td> <td>2</td> <td>\$1.600.000,00</td> <td>\$3.200.000,00</td> </tr> <tr> <td>Servicios técnicos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Personal</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Viajes</td> <td>Viaje internacional (Inscripción, tiquetes aéreas, viáticos).</td> <td>1</td> <td>\$4.400.000,00</td> <td>\$4.400.000,00</td> </tr> <tr> <td>Publicaciones</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div>					Rubro	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total	Materiales e insumos	Licencia de software	1	\$11.800.000,00	\$11.800.000,00	Equipos	Computador personal	2	\$1.600.000,00	\$3.200.000,00	Servicios técnicos					Personal					Viajes	Viaje internacional (Inscripción, tiquetes aéreas, viáticos).	1	\$4.400.000,00	\$4.400.000,00	Publicaciones				
Rubro	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total																																			
Materiales e insumos	Licencia de software	1	\$11.800.000,00	\$11.800.000,00																																			
Equipos	Computador personal	2	\$1.600.000,00	\$3.200.000,00																																			
Servicios técnicos																																							
Personal																																							
Viajes	Viaje internacional (Inscripción, tiquetes aéreas, viáticos).	1	\$4.400.000,00	\$4.400.000,00																																			
Publicaciones																																							
Total investigadores:		\$20.160.000,00	Total rubros:	\$19.400.000,00																																			
			Total proyecto:	\$39.560.000,00																																			

Figura. 10-35. Presupuesto del proyecto.

Cuando el líder de grupo ingrese al sistema encontrará en su inbox la actividad pendiente de avalar proyecto (Ver figura 10-36).

Caso No	Proceso	Actividad	Fecha creación caso	Actividad vence en	Fecha Solución caso
4052	Aval de proyecto	Avalar proyecto	25/09/2019 04:42 pm	30/09/2019 04:42 pm	30/09/2019 04:42 pm

**Figura. 10-36. Actividad avalar proyecto.**

Al ingresar a la actividad el líder de grupo debe avalar o no el proyecto con su respectivo concepto (Ver figura 10-37). Ahora bien si el proyecto no es avalado por el grupo, el investigador de igual forma podrá someter el proyecto, y el comité evaluador se encargará de revisar los motivos por los cuales no fue avalado el proyecto, y según su concepto podrá aprobar o no el proyecto respectivo.

Grupo de investigación:

Avalar proyecto

☒ Si ☐ No

INDETECA

Concepto de aval

Yo, Docente 4 en calidad de director del grupo de investigación INDETECA, asociado a la facultad de ingeniería de la universidad, me permito manifestar la intención del grupo en la participación del proyecto de investigación, en caso de resultar éste aprobado, bajo los términos de referencia y reglamento de la presente convocatoria.

Nombre del proyecto

Duración del proyecto: 12

Interinstitucional: Si

Prototipo de arquitectura empresarial con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una Institución de Educación Superior.

Conceptos generales

Objetivos específicos

Investigadores

Productos esperados

Presupuesto

Objetivo general

Diseñar y construir un prototipo de arquitectura empresarial, con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una universidad de educación superior.

Síntesis

El proyecto plantea el desarrollo de un prototipo de Arquitectura Empresarial (AE) con énfasis en procesos de negocio, al interior de la vicerrectoría de investigación de una universidad, con el objetivo de gestionar los procesos que se llevan a cabo en la dependencia. Para ello es necesario, conocer la estructura organizacional, los objetivos de negocio de la vicerrectoría y levantar un estado actual de arquitectura. Posteriormente de acuerdo a los servicios y procesos detectados, desarrollar un sistema que facilite el flujo de información en la dependencia y optimice la ejecución de los servicios basándose en la automatización de los procesos de negocio.

Impacto esperado

La comunidad académica de la universidad, será la principal beneficiada con el desarrollo del proyecto, ya que el sistema que se implemente bajo el concepto de AE, permitirá analizar, controlar y realizar seguimiento a las actividades de investigación que se llevan a cabo en la vicerrectoría de investigación. De igual manera, los indicadores de desempeño que se gestionen en el sistema, servirán como insumo a la hora de presentar reportes frente al MEN o alguna visita de pares, como es el caso de porcentaje de ejecución en los proyectos aprobados.

Propuesta del proyecto: Propuesta proyecto prototipo AE.docx

Guardar

Finalizar

**Figura. 10-37. Aval de proyecto.**

Una vez se obtenido el concepto de aval por parte de los líderes de grupos, el investigador principal podrá ejecutar la actividad someter proyecto (Ver figura 10-38).

Caso No	Proceso	Actividad	Fecha creación caso	Actividad vence en	Fecha Solución caso
4052	Someter proyecto	Someter proyecto	25/09/2019 04:07 pm	30/09/2019 04:57 pm	08/10/2019 04:07 pm

**Figura. 10-38. Actividad someter proyecto.**

Al ingresar a esta actividad, el investigador principal puede visualizar el concepto de aval de los grupos de investigación (recuadro rojo), editar la información registrada del proyecto

y someter el proyecto a la convocatoria pulsando el botón respectivo (Ver figura 10-39). Cuando el proyecto es sometido, automáticamente el sistema envía un correo electrónico al investigador principal emitiendo el radicado de su proyecto con su correspondiente código (Ver figura 10-40).

Nombre del proyecto

Prototipo de arquitectura empresarial con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una Institución de Educación Superior.

Duración del proyecto: 12

Interinstitucional: ☒ Si ☐ No

Conceptos generales | Objetivos específicos | Investigadores | Productos esperados | Presupuesto

Objetivo general

Diseñar y construir un prototipo de arquitectura empresarial, con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una universidad de educación superior.

Síntesis

El proyecto plantea el desarrollo de un prototipo de Arquitectura Empresarial (AE) con énfasis en procesos de negocio, al interior de la vicerrectoría de investigación de una universidad, con el objetivo de gestionar los procesos que se llevan a cabo en la dependencia. Para ello es necesario, conocer la estructura organizacional, los objetivos de negocio de la vicerrectoría y levantar un estado actual de arquitectura. Posteriormente de acuerdo a los servicios y procesos detectados, desarrollar un sistema que facilite el flujo de información en la dependencia y optimice la ejecución de los servicios basándose en la automatización de los procesos de negocio.

Impacto esperado

La comunidad académica de la universidad, será la principal beneficiada con el desarrollo del proyecto, ya que el sistema que se implemente bajo el concepto de AE, permitirá analizar, controlar y realizar seguimiento a las actividades de investigación que se llevan a cabo en la vicerrectoría de investigación. De igual manera, los indicadores de desempeño que se gestionen en el sistema, servirán como insumo a la hora de presentar reportes frente al MEN o alguna vista de pares, como es el caso de porcentaje de ejecución en los proyectos aprobados.

Propuesta del proyecto: Propuesta proyecto prototipo AE.docx

Aval de proyecto		
Grupo de investigación	Aval	Concepto de aval
INDETECA	Si	Yo, Docente 4 en calidad de director del grupo de investigación INDETECA, asociado a la facultad de ingeniería de la universidad, me permito manifestar la intención del grupo en la participación del proyecto de investigación, en caso de resultar éste aprobado, bajo los términos de referencia y reglamento de la presente convocatoria.
SIGCIENTY	Si	Yo, Docente 5 en calidad de director del grupo de investigación SIGCIENTY, asociado a la facultad de ingeniería de la universidad, me permito manifestar la intención del grupo en la participación del proyecto de investigación, en caso de resultar éste aprobado, bajo los términos de referencia y reglamento de la presente convocatoria.

Guardar Someter proyecto

**Figura. 10-39. Someter proyecto.**



#### COMUNICADO

Bogotá D.C., Wednesday, 25 September, 2019

PARA: Docente 1

DE: Vicerrectoría de Investigación

ASUNTO: Proyecto radicado en la convocatoria CIP-1-2019.

Cordial Saludo,

La Vicerrectoría de Investigación le informa que su proyecto titulado Prototipo de arquitectura empresarial con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una Institución de Educación Superior. con código P11-CIP-1-2019, ha sido sometido a la convocatoria Convocatoria interna para la conformación del banco de proyectos de investigación (CIP-1-2019). La fecha de publicación de resultados de esta convocatoria es viernes, 27 de septiembre de 2019 09:00:00 a.m..

Cordialmente,

Vicerrectoría de Investigación.

**Figura. 10-40. Certificación de radicado de proyecto.**

### 10.3. Validación por parte de los stakeholders

Para llevar a cabo el desarrollo del prototipo de AE, fue necesario identificar los diferentes interesados y/o *stakeholders* (Ver tabla 4-6). Con ellos se realizaron diferentes reuniones, con el propósito de conocer y levantar el AS – IS de AE presente en la vicerrectoría de investigación.

Teniendo en cuenta lo anterior, en esta sección se muestra la percepción de los *stakeholders* frente al prototipo de AE desarrollado. Para llevar a cabo este ejercicio, se diseñó una encuesta de satisfacción de usuarios haciendo uso de *google forms*. Las premisas incluidas en el formulario se listan en la tabla 10-1 con su respectivo porcentaje obtenido. La escala de calificación es de 1 a 5, en donde 1 significa que “nada está de acuerdo” y 5 significa que “está muy de acuerdo” con la premisa.

**Tabla 10-1. Premisas incluidas en el formulario.**

No.	Premisas	Resultado obtenido (%)	
		Muy de acuerdo	De acuerdo
1	El uso del sistema es simple.	40	60
2	La interfaz es amigable o intuitiva.	-	100
3	La información se presenta de manera clara y entendible.	40	60
4	Los mensajes de error son adecuados y entendibles.	20	80
5	La organización de los menús en cuanto a los procesos es lógica.	20	80
6	Las consultas y reportes que brinda el sistema son claros y entendibles.	-	100
7	La funcionalidad ofrecida por el sistema apoya de manera suficiente la ejecución de los procesos.	40	60
8	El sistema contiene funciones que abarcan las necesidades particulares de la vicerrectoría de investigación.	60	40
9	En general me encuentro satisfecho con el prototipo desarrollado.	-	100
10	Considera que el prototipo desarrollado es una herramienta útil para llegar a ser implementado en la vicerrectoría de investigación.	40	60

Adicional a esto, al final de la encuesta se agregó un campo con el propósito de que el encuestado realice los comentarios que crea pertinentes en aras de mejorar el prototipo desarrollado. En la tabla 10-2 se encuentran condensados los comentarios por parte de los diferentes *stakeholders* que participaron respondiendo la encuesta.

Tabla 10-2. Observaciones de los stakeholders.

Stakeholder	Observaciones
Director de formación	En el caso de formación en investigación sería conveniente poder detectar fácilmente, cuantas de las horas asignadas a los docentes son para actividades de formación y cuantas para investigación en sentido estricto, ya que nos interesa conocer en qué tipo de investigación se centra más el docente. Pero en general es una buena herramienta, que nos facilita el control de la producción en investigación
Director de laboratorios	Centrado en la parte correspondiente a los laboratorios, es un buen acercamiento al proceso de gestión de servicios. A futuro sería conveniente que cuando se realice algún servicio poder registrar el gasto de insumos asociado a ese servicio, de esta manera gestionar también el inventario.
Vicerrector de investigación	El desarrollo de este sistema es de gran importancia para la universidad. A pesar de ser un prototipo realiza un muy buen acercamiento a los procesos llevados a cabo en la vicerrectoría. En desarrollos posteriores sería importante complementar el proceso de transferencia de resultados, ya que esto permite medir más fácilmente el impacto económico y social de un proyecto investigación
Director OTRI	El sistema facilita el control y seguimientos de los proyectos de investigación. A futuro sería conveniente mejorar el proceso de transferencia dependiendo del producto a transferir, ya que el trámite respectivo para algunos productos varía de acuerdo a los documentos, tiempos e instituciones frente a las cuales se deben legalizar. Sin embargo el proceso definido facilita el intercambio de documentos con el creador del producto, agilizando los trámites.
Director editorial	En el campo editorial el sistema permite crear la convocatoria, recibir las obras y realizar su respectiva evaluación. Sin embargo, es necesario añadir a este sistema el proceso de diagramación, edición y publicación de obras, en busca de cerrar el ciclo editorial de una obra.

En general, se puede observar que los *stakeholder* se encuentran satisfechos con la propuesta desarrollada. Es de tener en cuenta para una segunda iteración los comentarios realizados por los ellos, en los que se especifica agregar determinados procesos e incluir ciertas funcionalidades que no fueron tenidas en cuenta para este prototipo, dado el alcance del proyecto. En definitiva, el primer el acercamiento del sistema al accionar diario de la vicerrectoría de investigación se puede considerar como un éxito, siendo este un gran avance hacia la automatización de los procesos internos de la dependencia por medio de una herramienta de AE.

# 11. Conclusiones y trabajos futuros

Este capítulo presenta las conclusiones obtenidas a lo largo del desarrollo del proyecto. Para tal fin, las conclusiones se abordan partiendo de los objetivos específicos planteados para alcanzar el objetivo general del proyecto; **Diseñar y construir un prototipo de arquitectura empresarial, con énfasis en procesos de negocio. Caso de estudio: Vicerrectoría de investigación de una universidad de educación superior.** De esta manera, se revisan los artefactos que conciernen a la gestión de cada uno de los objetivos y se concluye con respecto a estos. Por otro lado, se plantean los trabajos futuros teniendo como base el alcance definido en el proyecto.

## 11.1. Conclusiones

**Objetivo específico: Documentar y establecer todas las actividades que se desarrollan en la vicerrectoría de investigación, con el fin de identificar misión, visión, objetivos, funciones y los servicios que presta.**

Para satisfacer este objetivo, fue necesario inicialmente levantar un estado del arte que condensa los diferentes *frameworks* que permiten llevar a cabo un proyecto de AE. De igual forma, se realizó un análisis de los marcos de gestión de investigación a nivel internacional y nacional, con el propósito de conocer la manera en que se gestiona la investigación actualmente.

El marco de gestión de investigación presentado en este documento combina los diferentes criterios identificados en los sistemas de información de investigación desarrollados en la comunidad europea, EEUU y en Colombia. Este marco busca gestionar y almacenar la información de investigación referente a investigadores, proyectos, publicaciones, patentes, infraestructura e impacto, satisfaciendo las políticas educativas definidas en la ley 30, el CNA y la política de CTel determinada por Colciencias.



Los sistemas existentes en Colombia, ofrecen un buen rendimiento bajo las necesidades específicas que fueron diseñados, pero no están preparados para interoperar con sistemas externos. Es por esta razón, que este marco define y promueve entidades persistentes para la persona, proyectos e instituciones, con el ánimo de implantar una infraestructura similar a los CRIS o RIM a nivel nacional, ya que estos marcos internacionales fomentan la interoperabilidad con los diferentes repositorios institucionales y entidades gubernamentales, facilitando el acceso a la información, el control y vigilancia de los recursos destinados a investigación por entidades estatales.

Ahora bien, llevar a cabo un proyecto de AE es de vital importancia para las organizaciones que hoy en día, desean reaccionar rápida y oportunamente frente a los continuos cambios del entorno. Para ejecutar este tipo de proyectos, existen diferentes metodologías que proporcionan un enfoque para el diseño, planificación, implementación y gobierno de las mismas. Para el caso particular de este proyecto, la metodología seleccionada fue TOGAF por ser un *framework* abierto, con una amplia guía y gran cantidad de recursos para cada una de las fases estipuladas dentro de su ciclo ADM. Es de tener en cuenta que a pesar de la amplia gama de herramientas que ofrece este *framework*, no es necesario utilizar todas las plantillas o formularios para realizar una propuesta arquitectónica, estas deben ser utilizadas de acuerdo a las necesidades particulares y al alcance establecido del proyecto.

En lo que respecta a la fase preliminar de TOGAF, es necesario conocer muy bien la organización para detectar su estrategia y su razón de ser. A partir de este conocimiento empezar a detectar las diferentes áreas o dependencias que hacen parte de la institución y su función al interior de esta. Así mismo, esta etapa permitió conocer el entorno de la organización detectando entidades gubernamentales que de alguna otra manera influyen en el desarrollo de la AE por medio de las normativas o leyes que expiden estas instituciones, las cuales fueron tenidas en cuenta en la propuesta arquitectónica. Como complemento de esta etapa se encuentra la visión de arquitectura, la cual permitió validar el contexto del negocio y definir los principios de arquitectura necesarios para cada una de las capas de arquitectura: negocio, datos, aplicaciones y tecnología.

**Objetivo específico: Identificar la arquitectura de datos, procesos, aplicaciones y TI con base a los servicios priorizados.**

En aras de satisfacer este objetivo, fue necesario abordar cada una de las cuatro capas de AE anteriormente mencionadas. La etapa de arquitectura de negocio bajo la luz de este documento es la más importante en el diseño de la AE, ya que en esta etapa se identifican los servicios, actores y procesos que soportan la idea de negocio, que para el caso en cuestión soportan la función sustantiva de investigación de una IES. En esta etapa, se realizó el levantamiento del AS-IS de la arquitectura, mediante diferentes reuniones programadas con los *stakeholders* de los procesos. Aquí, se debe tener en cuenta los tiempos de ejecución del cronograma del proyecto, dado que esta etapa puede consumir demasiado tiempo, ya que la gran mayoría de información que se obtuvo no se encontraba documentada, lo cual condujo a retrasos en la ejecución del mismo. Una vez diseñada esta arquitectura, se analizaron los diferentes procesos con la alta dirección identificando puntos de mejora, lo que llevó al diseño del TO-BE mediante la herramienta *Archimate*, la cual es una herramienta que se complementa muy bien con el ciclo de ADM de TOGAF, dada la facilidad para visualizar las diferentes capas de la AE.

Posteriormente, después de diseñar el TO-BE se realizó el análisis de brechas, identificando el vacío existente entre la arquitectura actual y la arquitectura objetivo, insumo necesario para las iniciativas de solución. En esta fase, se delimitó el alcance del prototipo con la priorización de procesos, para ello fue necesario hacer uso de una matriz de impacto en la que se priorizó cada proceso en base a los objetivos del negocio y los diferentes actores de la vicerrectoría de investigación. Es de tener en cuenta que esta matriz de impacto, no se encuentra dentro de las herramientas del *framework* TOGAF, por el contrario fue una matriz diseñada de acuerdo a las necesidades del proyecto, un claro ejemplo de que esta metodología es más una guía que un conjunto de reglas.

Por otro lado, la fase de arquitectura de los sistemas de información en la que se encuentra la capa de datos y aplicaciones, se diseñó de acuerdo a los procesos seleccionados. Teniendo en cuenta la seguridad de la información y de los datos, fue necesario definir ciertos perfiles de usuarios, que conceden determinados permisos y condiciones de

seguridad, que deben ser tenidos en cuenta para la implementación de esta arquitectura y la custodia de la información.

La fase de la arquitectura tecnológica, permite conocer los diferentes componentes lógicos y físicos de la AE. Esta etapa es realmente importante para lograr una transformación del negocio de manera exitosa y duradera, ya que en esta se soportan y se integran las otras tres arquitecturas diseñadas (negocio, datos y aplicaciones), dando flexibilidad a la institución para responder ante nuevos retos y oportunidades que se presenten en el entorno.

**Objetivo específico: Desarrollar los componentes que conforman la arquitectura de procesos.**

En cuanto al prototipo desarrollado, se observó la importancia de diseñar cada una de estas arquitecturas para su correcto funcionamiento. Por otro lado, durante el desarrollo del prototipo fue necesario ajustar los diagramas BPMN que se diseñaron inicialmente, con el propósito de alinearse a la lógica proveída por la plataforma Bizagi, es decir algunas actividades que inicialmente se habían diagramado como tareas, fue necesario convertirlas a subprocesos para soportar la lógica del negocio.

Asimismo, se comprobó que el llevar los procesos a este nivel de automatización, permite fácilmente a los *stakeholder* y a la alta dirección, conocer el estado de ejecución de cada uno de los procesos y el responsable de ejecutar determinada actividad, además de identificar rápidamente las rutas más frecuentes en cada proceso, detectando fácilmente cuellos de botella o problemáticas asociadas a la ejecución de estos. De igual forma, la automatización de los procesos potencia la disponibilidad de la información, ya que esta se encuentra almacenada en una base de datos centralizada que facilita la consulta de la misma para la creación de informes.

**Objetivo específico: Validar la implantación de la arquitectura desarrollada en la vicerrectoría de investigación.**

Para llevar a cabo esta validación, se ejecutó cada uno de los procesos que se automatizaron en el prototipo, verificando los servicios ofrecidos por estos, trayendo como resultado agilidad en los procesos de la vicerrectoría, y tiempos de respuesta óptimos para

la ejecución de las tareas, resultado que se puede comprobar con el nivel de satisfacción obtenido en la encuesta realizada a los *stakeholders*. Por otro lado, la retroalimentación emitida por los *stakeholders* debe ser tomada en cuenta en aras de mejorar el prototipo y ajustarlo cada vez más al accionar diario de la vicerrectoría de investigación.

Es pertinente tener en cuenta que en este trabajo se diseñó, se desarrolló y se validó un prototipo de AE, sin llegar a instaurarlo como tal al interior de la institución. Para efectuar este paso es necesario establecer un plan de migración en términos de inversión, recursos, capacitaciones y cambios en la manera de desarrollar determinadas actividades, evitando desplazar al recurso humano, por el contrario capacitarlo y potencializarlo en las actividades que realiza diariamente.

Por último, se puede observar que este trabajo cumple a cabalidad con cada uno de los objetivos específicos definidos desarrollando diferentes artefactos. La hoja de ruta de la arquitectura desarrollada condensa en gran medida el paso a paso en el que se desarrolló este proyecto, dando como resultado un prototipo de AE con énfasis en procesos de negocio para una vicerrectoría de investigación de una IES. De esta manera, se satisface el objetivo general, cumpliendo con el propósito del proyecto.

## **11.2. Trabajos futuros**

Partiendo del alcance definido en este proyecto, como trabajo futuro se plantea abordar los demás procesos que no fueron seleccionados en la matriz de priorización de procesos (Ver tabla 5-14), afrontando en su totalidad el accionar diario de la vicerrectoría de investigación. Para satisfacer esta idea, es necesario diseñar los diagramas de flujo de proceso en el estándar BPMN por medio de la herramienta Bizagi, y de igual forma mejorar la arquitectura de datos, diseñando las entidades necesarias que almacenarán los datos proveídos por la misma lógica de negocio.

En este orden de ideas, ya que se cuenta con un prototipo funcional y este ha sido presentado ante la alta dirección dejando muy buena impresión, es conveniente incursionar en las fases de implementación y migración del ciclo ADM de TOGAF (Oportunidades y soluciones, planificación de la migración, gobierno de la implementación y gestión de cambio de la arquitectura), con el propósito de llegar a implementar este sistema al interior

de la institución, brindándole una herramienta robusta y ajustada a sus necesidades a la vicerrectoría de investigación para que gestione su procesos, informes, e indicadores, facilitando la toma de decisiones.

Asimismo, a la hora de implementar este sistema es conveniente desarrollar *middleware* o interfaces de comunicación, facilitando la interoperabilidad con sistemas de información que se encuentran implementados en la institución, como el caso del sistema de recursos humanos, necesario para extraer la información del personal vinculado a la institución, evitando duplicidad de la misma. De igual forma para el sistema de compras, con el propósito de optimizar la gestión de recursos para el desarrollo de proyectos de investigación.

# A. Anexo: Modelado de procesos en BPMN (AS-IS)

Este anexo muestra el AS-IS de los procesos de la vicerrectoría de investigación. El flujo de proceso diseñado para cada uno de estos, se realizó con el *stakeholder* de cada proceso, es decir con los responsables de cada una de las direcciones que se encuentran en el organigrama de la dependencia.

## 1. Procesos estratégicos

Estos procesos permiten tomar las decisiones estratégicas de la universidad en cuanto a investigación. Hacen referencia a la financiación de proyectos de investigación y al aval institucional para participar en convocatorias externas. Los resultados de los proyectos avalados y de los grupos de investigación en las convocatorias de Colciencias, son indicadores claves que permiten conocer fácilmente el desempeño de investigación al interior de la universidad (Ver figuras A-1 a A-4).

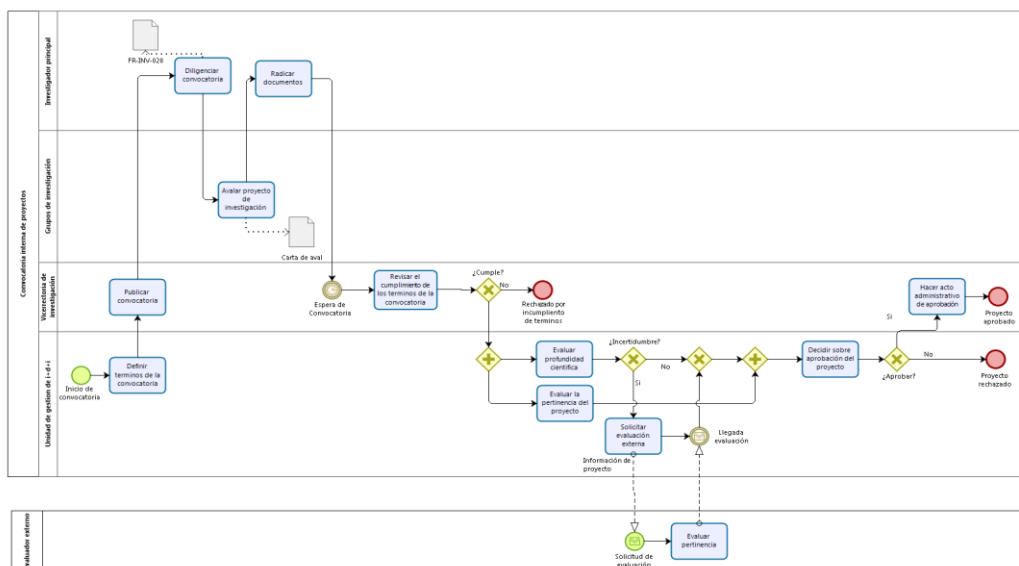
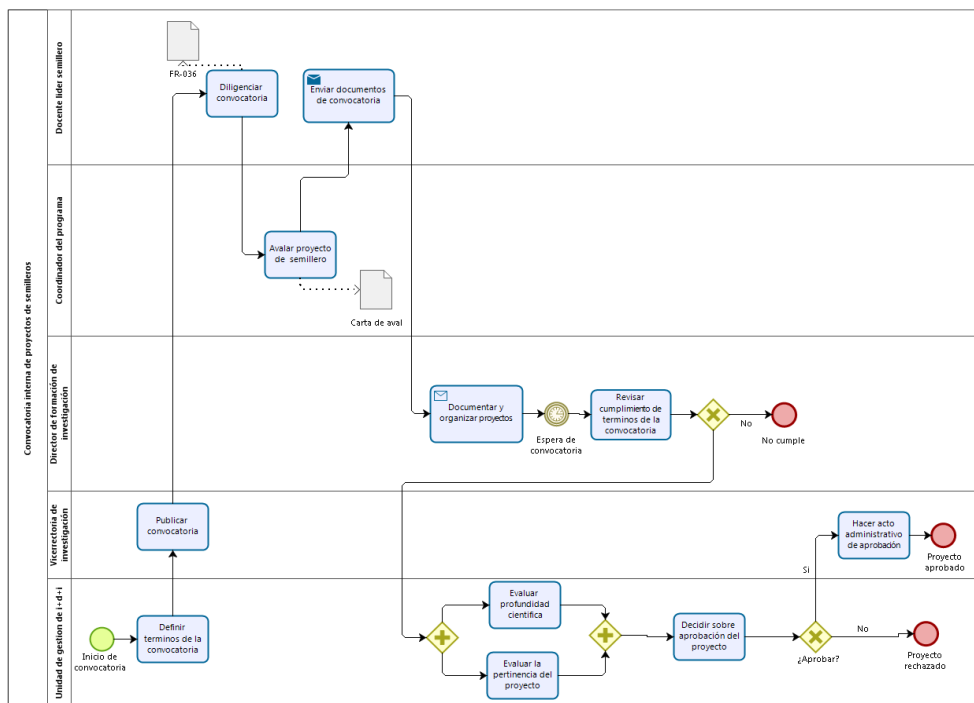
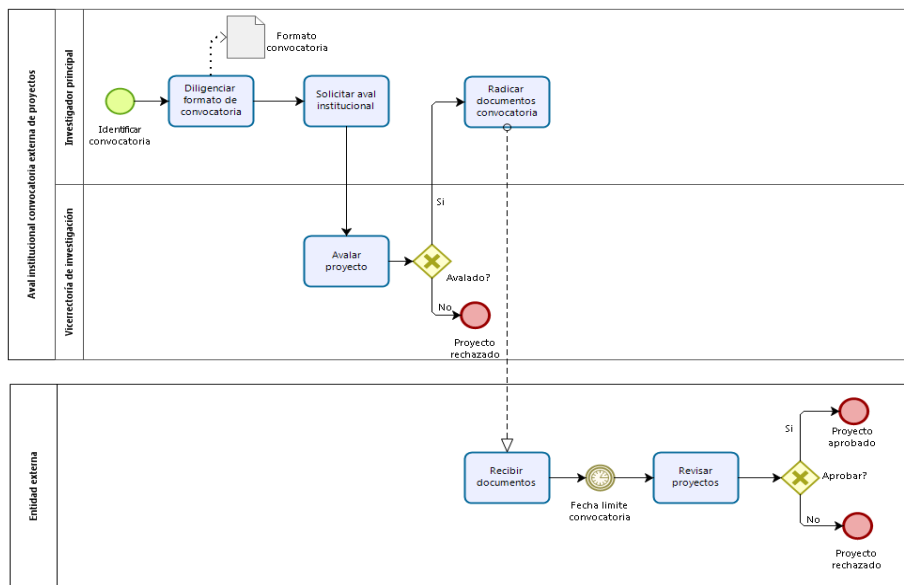


Figura. A-1. Gestión de convocatoria interna de proyectos.



**Figura. A-2. Gestión de convocatoria de proyectos de semilleros de investigación.**



**Figura. A-3. Aval convocatoria de proyectos externos.**

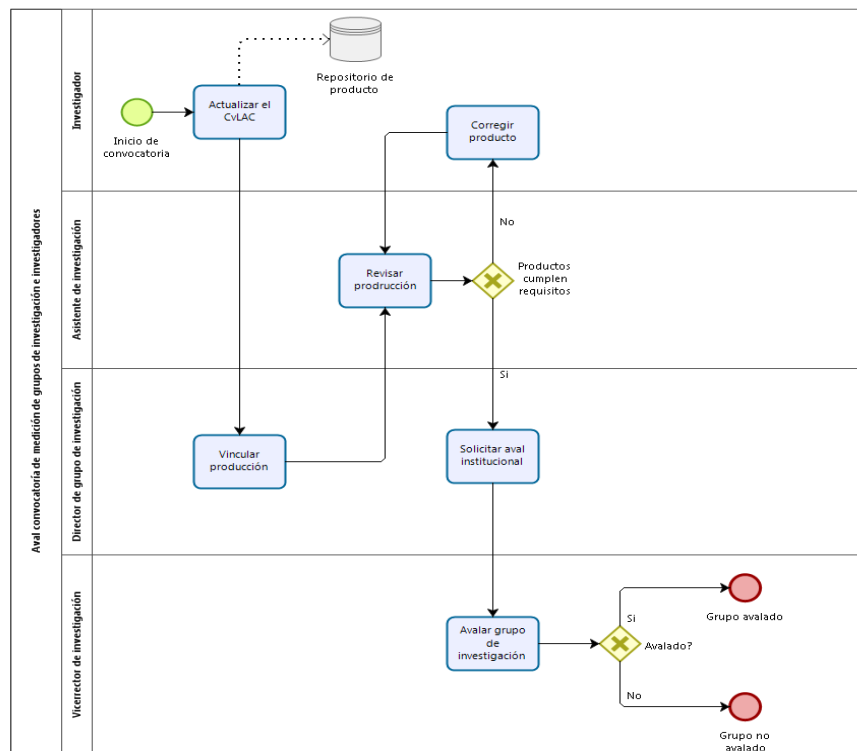


Figura. A-4. Aval convocatoria de medición de grupos.

## 2. Procesos misionales

El proceso misional para la vicerrectoría es la investigación, abarcando la investigación propiamente dicha y la investigación formativa. Los directores de grupos de investigación y sus investigadores, llevan a cabo la investigación de punta y las publicaciones científicas, mientras que los semilleros de investigación junto con los investigadores de programa y estudiantes realizan investigación formativa. Para llevar a cabo este proceso se encuentran los procesos de gestión de proyectos (Ver figura A-5), ejecución de proyectos (Ver figura A-6), gestión de grupos de investigación (Ver figura A-7), gestión de semillero de investigación (Ver figura A-8), y el seguimiento y control de actividades de formación en investigación (Ver figura A-9 y A-10).



## 2.1. Gestión de investigación científica y aplicada

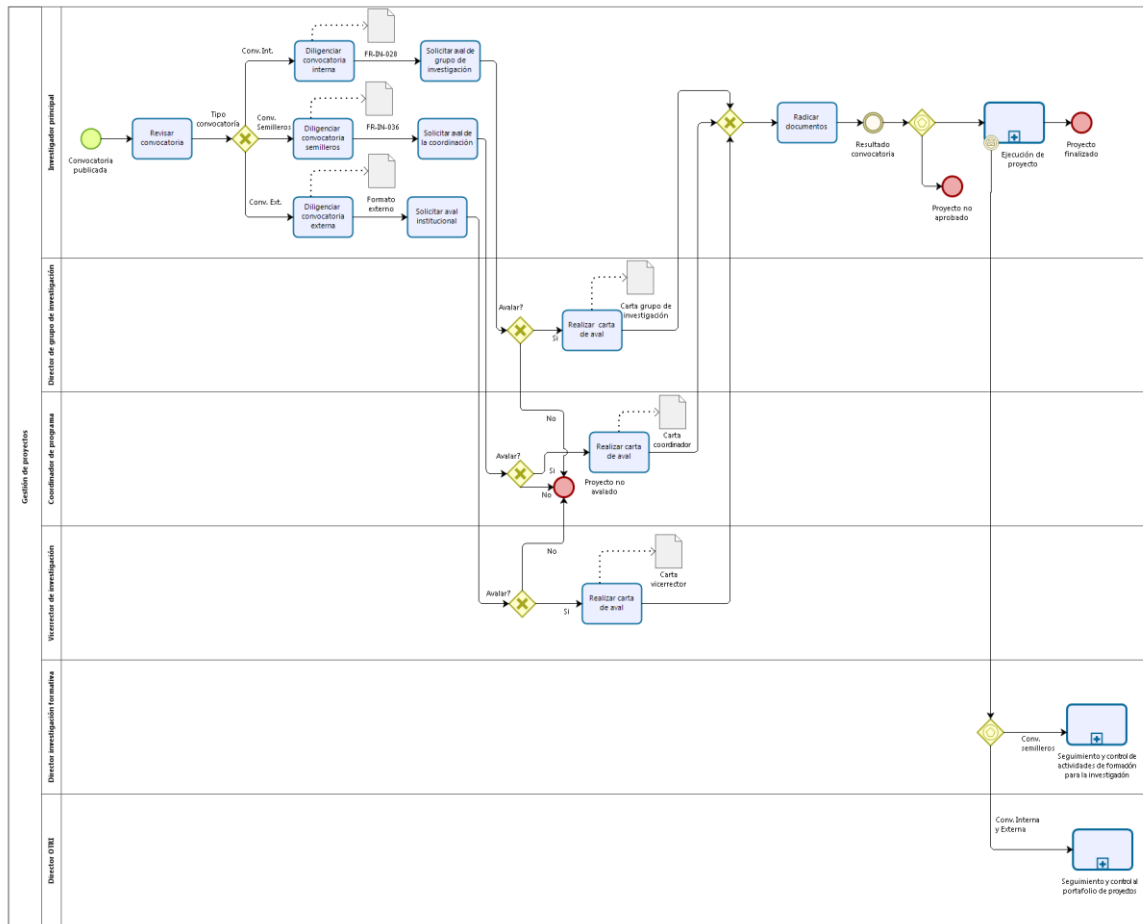


Figura. A-5. Gestión de proyectos.

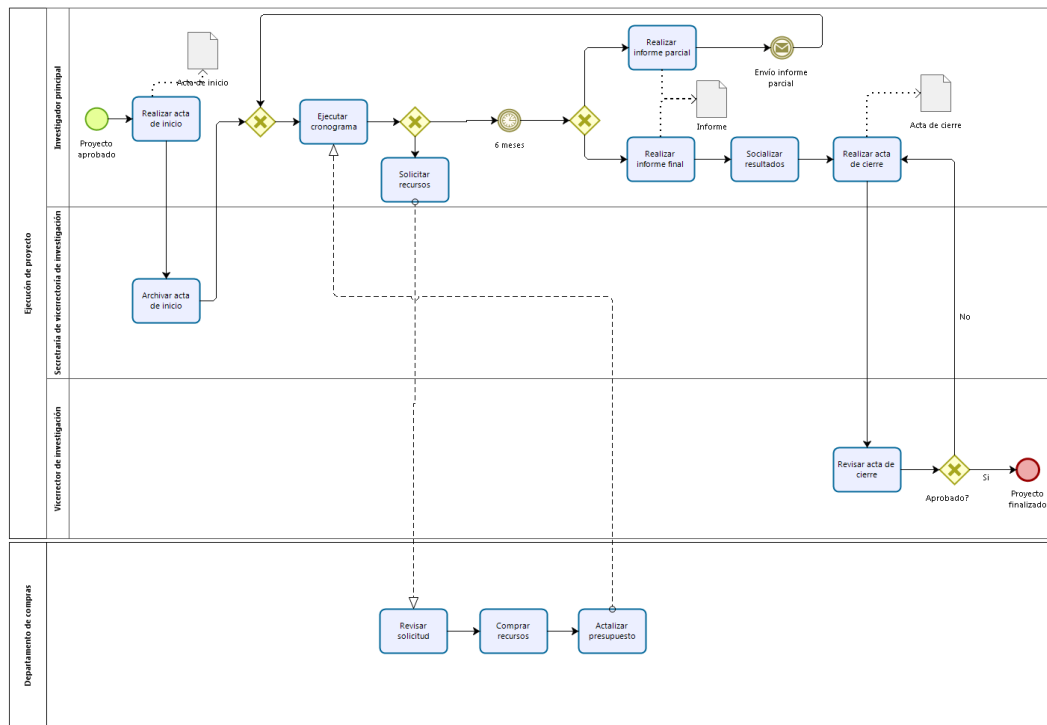
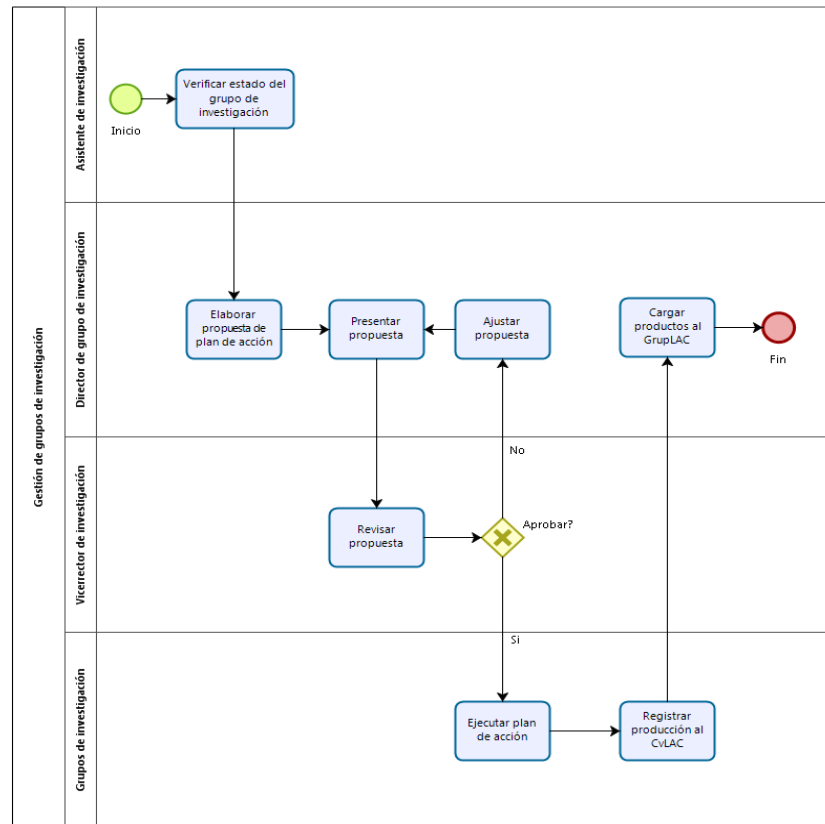


Figura. A-6. Ejecución de proyectos.



**Figura. A-7. Gestión de grupos de investigación.**

## 2.2. Gestión de formación para la investigación

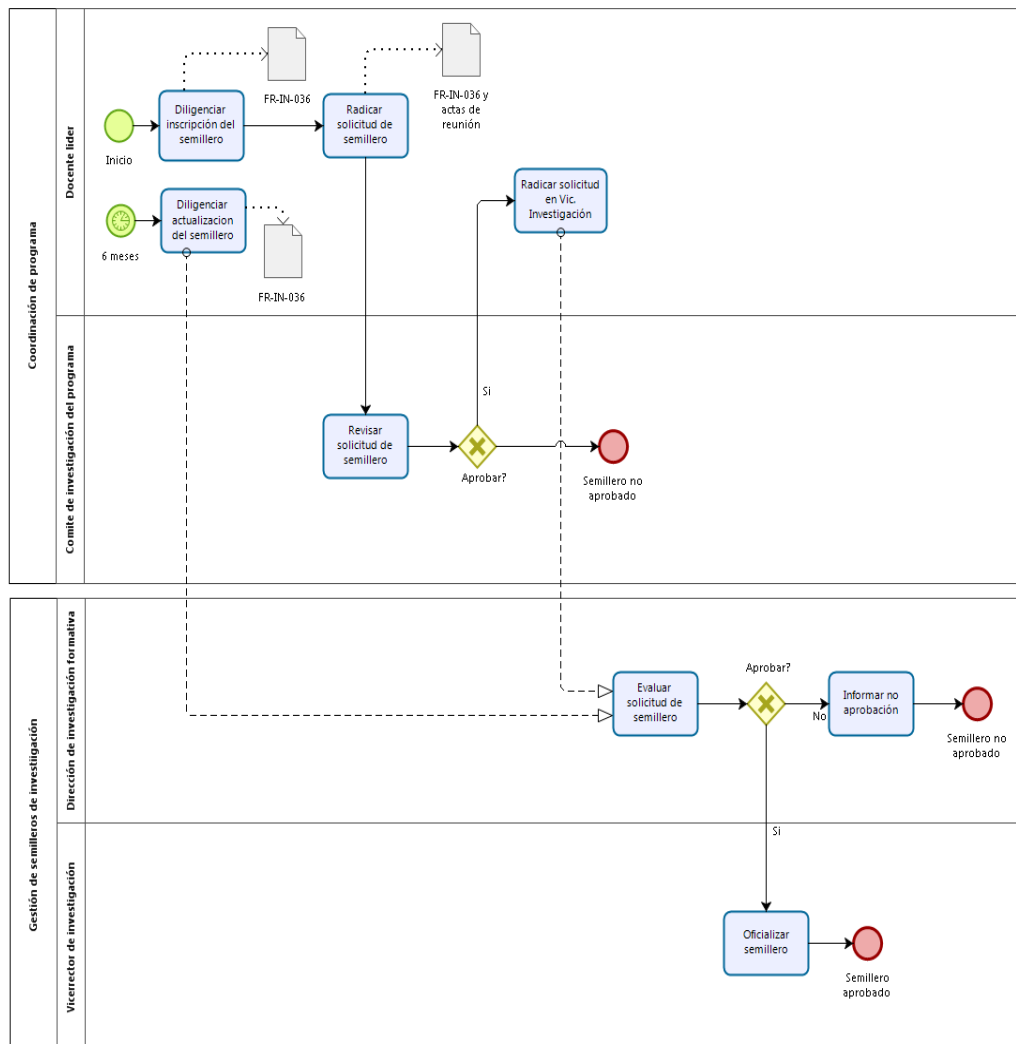


Figura. A-8. Gestión de semilleros de investigación.

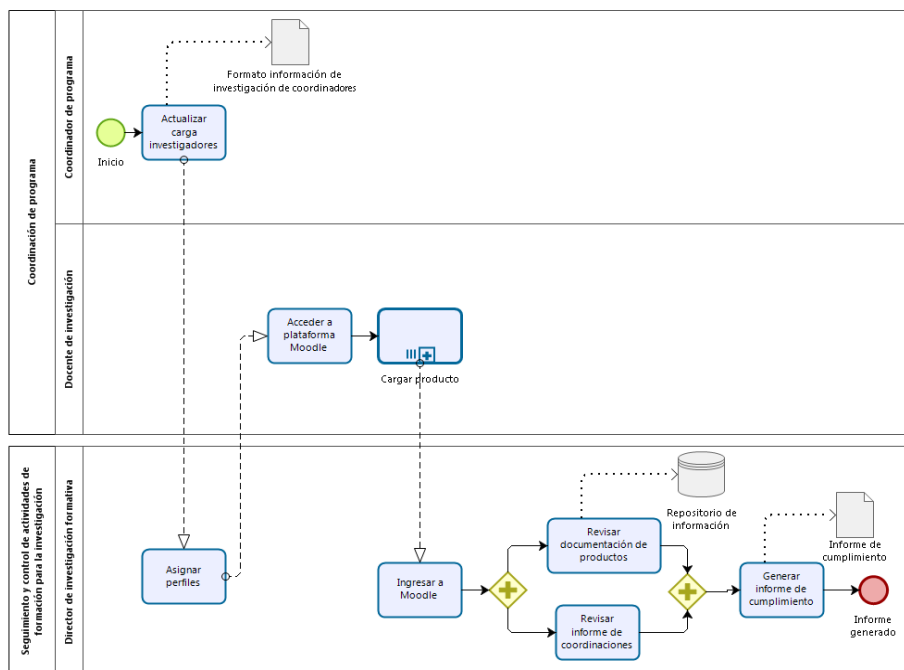


Figura. A-9. Seguimiento y control de actividades de formación para la investigación.

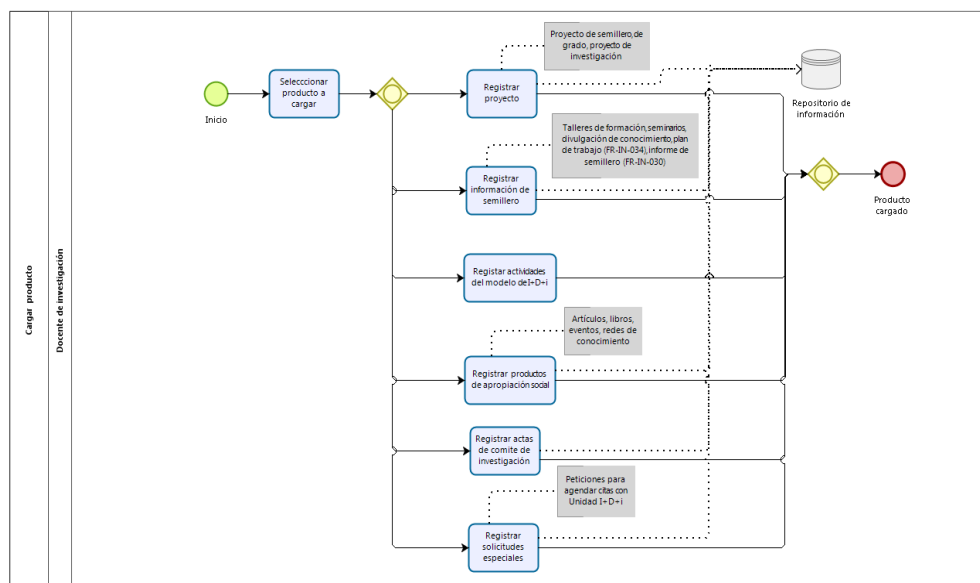


Figura. A-10. Subproceso cargar producto.

### 3. Procesos de apoyo

Estos procesos dan soporte a los procesos estratégicos y misionales de la vicerrectoría de investigación. Dentro de este se encuentran tres procesos de apoyo los cuales están

conformados por más subprocesos; análisis, caracterización y prototipado, transferencia de resultados de investigación y publicaciones.

### 3.1. Análisis, caracterización y prototipado

Este proceso apoya los proyectos de investigación y presta servicios al sector industrial, es llevado a cabo por la dirección de los laboratorios de investigación. Dentro de él, se encuentran los procesos de gestión de servicios de laboratorios (Ver figura A-11), capacitación en equipos (Ver figura A-12), mantenimientos de equipos (Ver figura A-13), y gestión de insumos (Ver figura A-14).

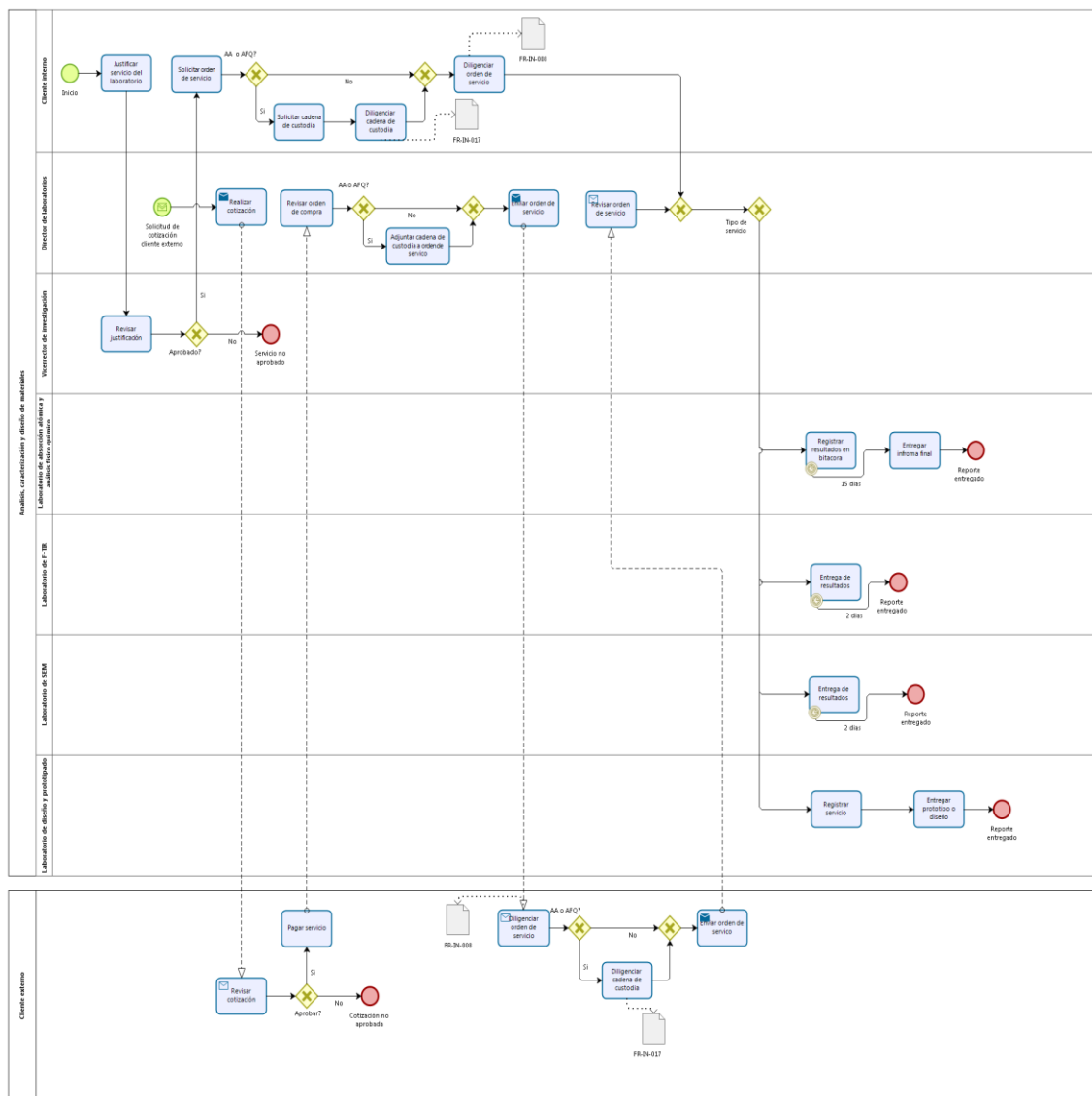


Figura. A-11. Gestión de servicios de laboratorios.

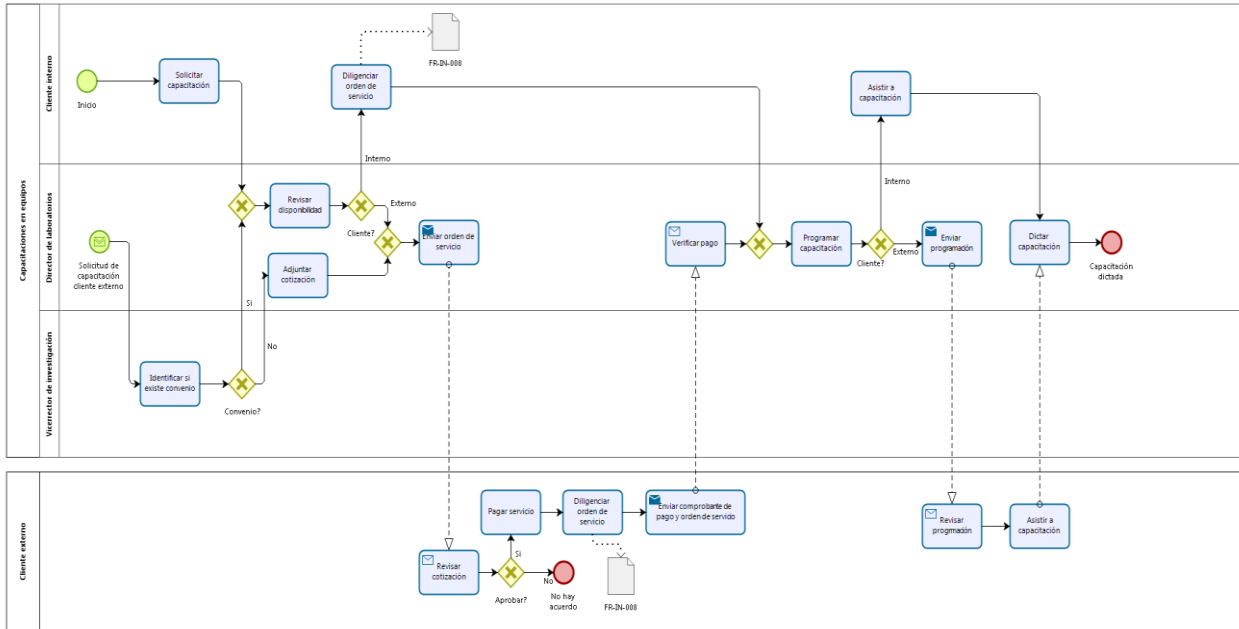


Figura. A-12. Capacitación en equipos.

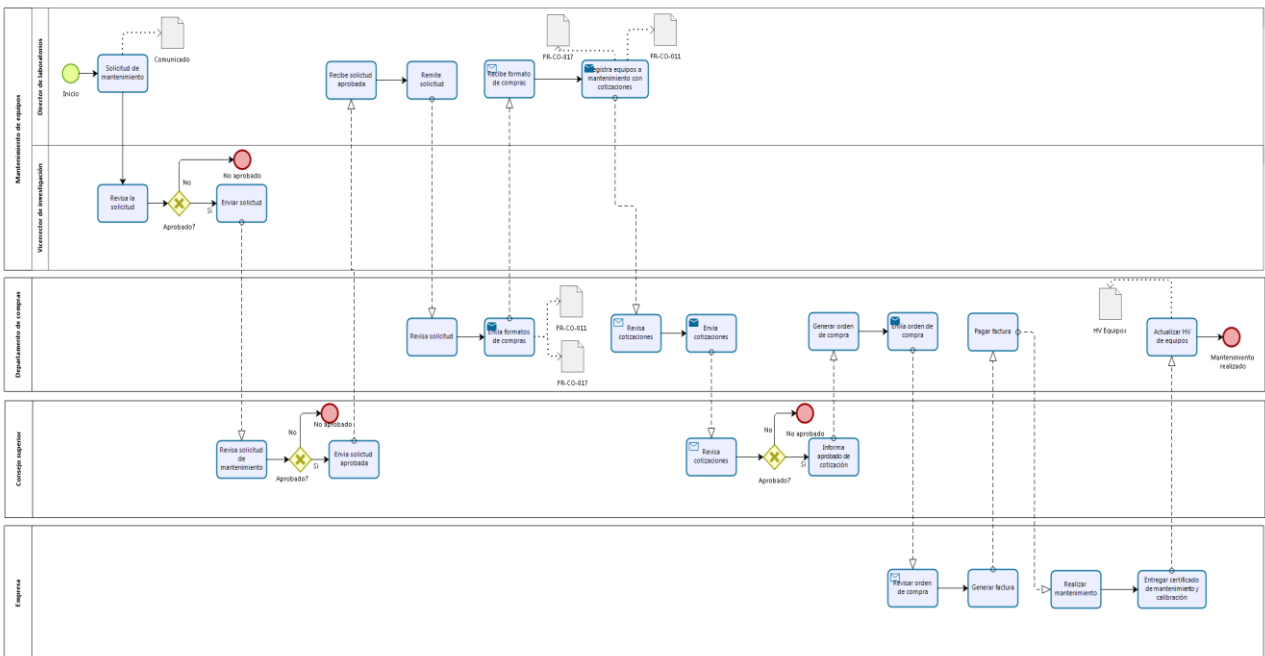


Figura. A-13. Mantenimiento de equipos.

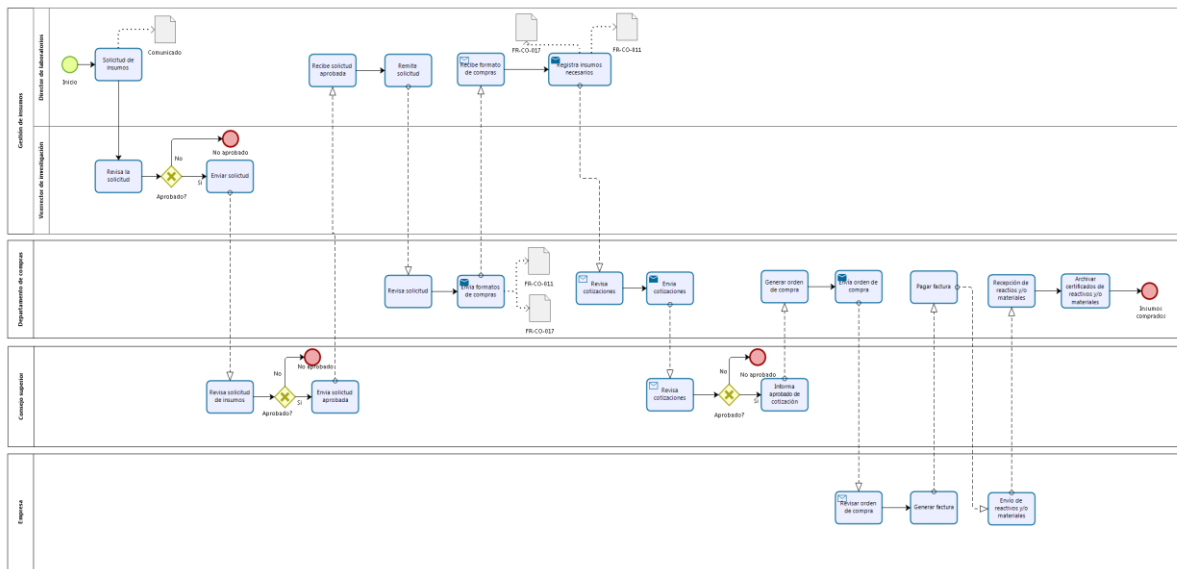


Figura. A-14. Gestión de insumos de laboratorio.

## 3.2. Transferencia de resultados de investigación

Este proceso permite detectar el potencial de transferencia de los productos resultado de actividades de investigación. Para ello, el proceso comienza con el seguimiento y control de portafolio de proyectos (Ver figura A-15). Posteriormente, de acuerdo a los productos obtenidos se identifica cuál de estos tiene posibilidades de transferencia (Ver figura A-16), y se ejecuta el proceso de protección y explotación de productos (Ver figura A-17). El proceso de gestión de convenios y contratos permite formar alianzas con otras instituciones para efectuar y ejecutar actividades de investigación (Ver figura A-18).



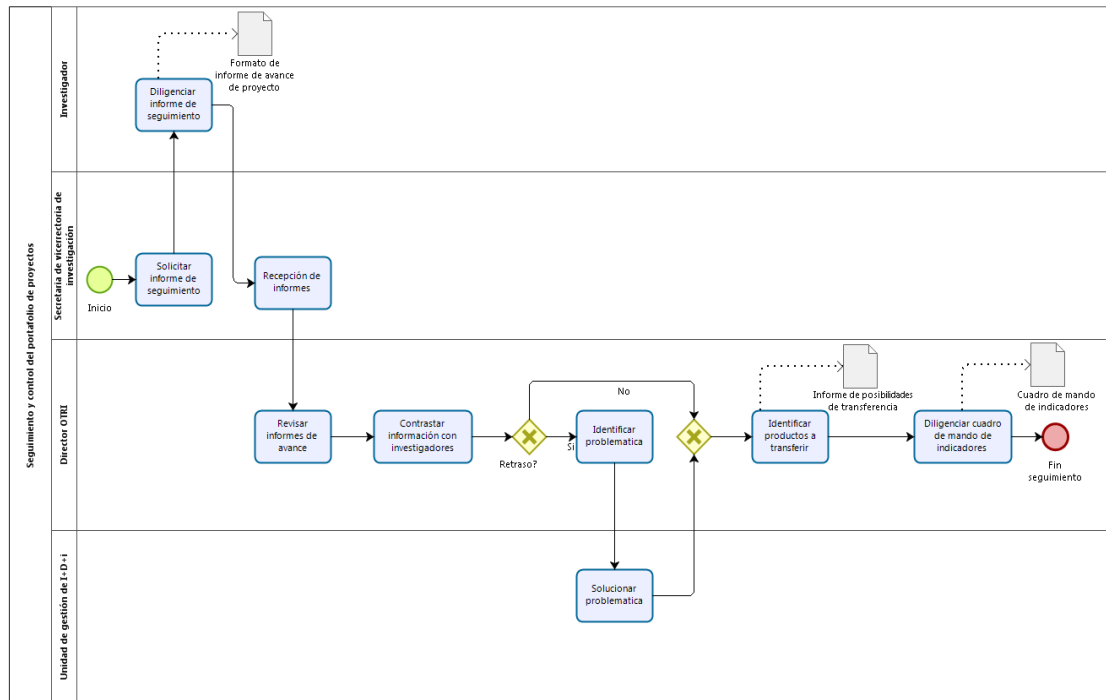


Figura. A-15. Seguimiento y control de portafolio de proyectos.

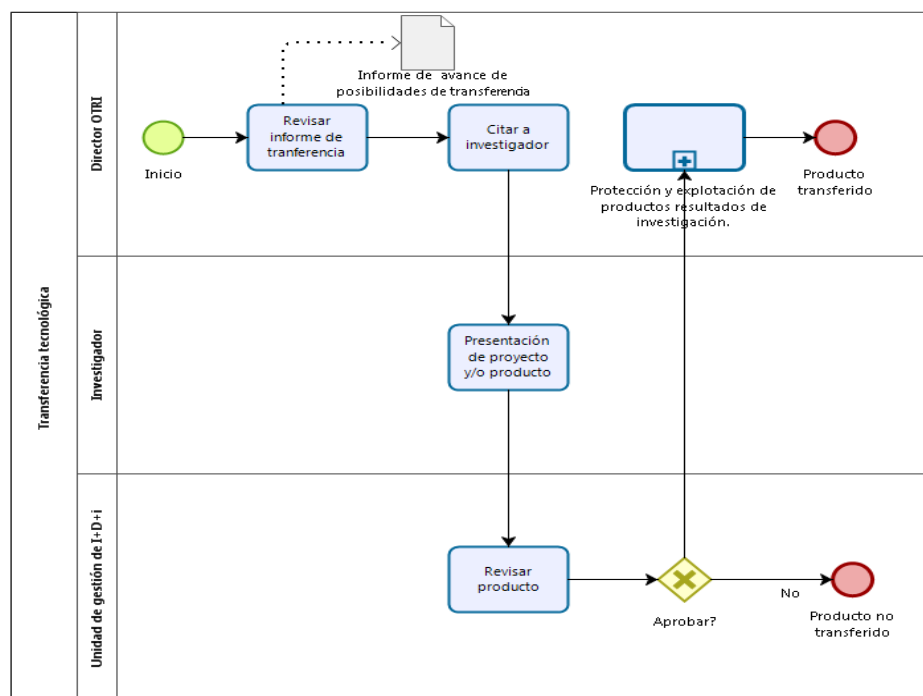


Figura. A-16. Transferencia tecnológica.

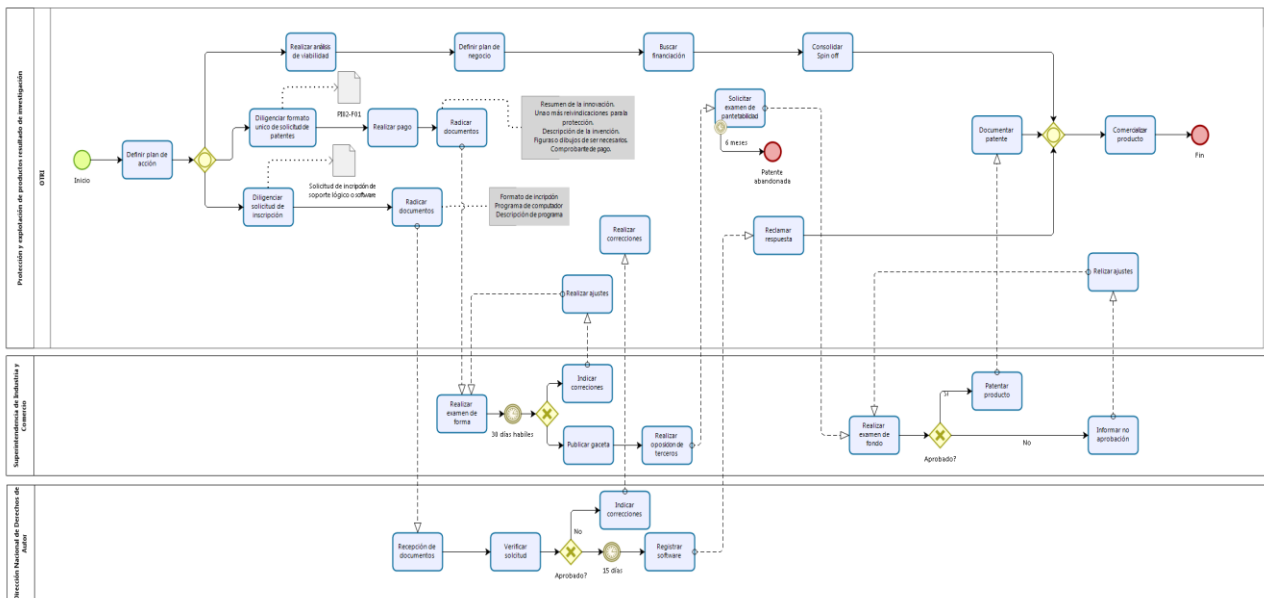


Figura. A-17. Protección y explotación de productos resultados de investigación.

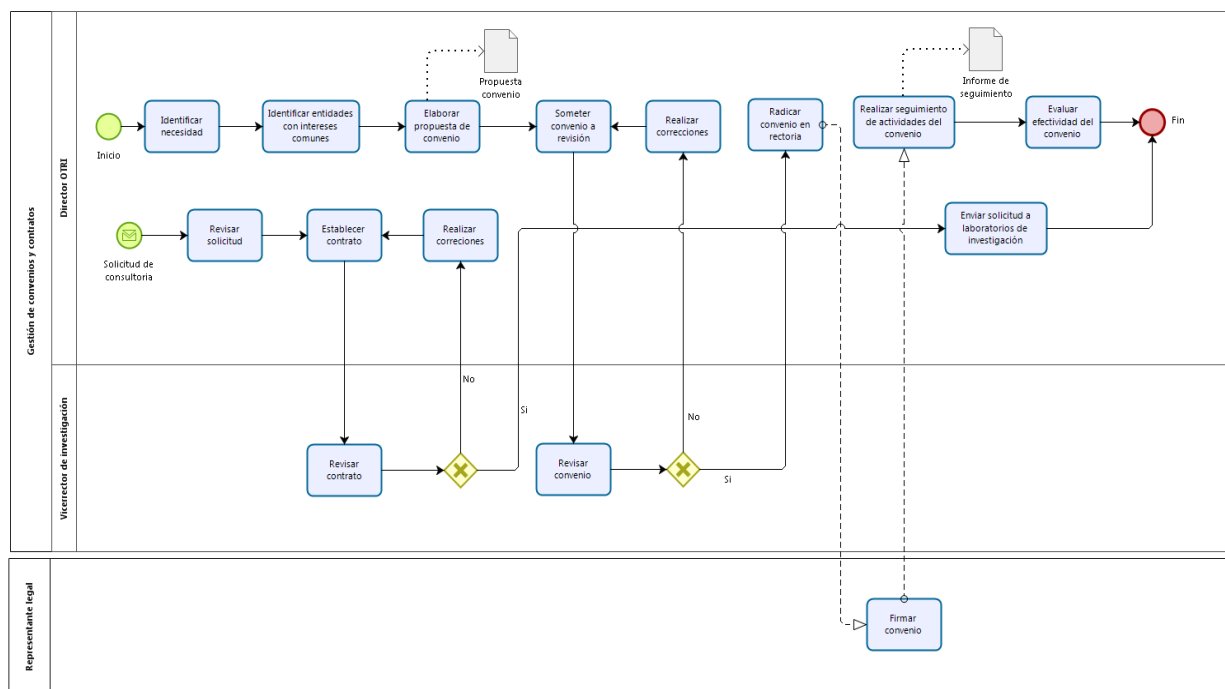


Figura. A-18. Gestión de convenios o contratos.

### 3.3. Publicaciones

Este proceso, facilita la publicación de las obras bibliográficas derivadas de los proyectos de investigación, transmitiendo y divulgando el conocimiento a la comunidad académica y

científica interesada en temas particulares. Dentro de él se encuentran los procesos de edición de revista TECCIENCIA (Ver figura A-19), convocatoria de edición de libros (Ver figura A-20) y edición de libros y revistas (Ver figura A-21).

### 3.3.1. Edición de revista TECCIENCIA

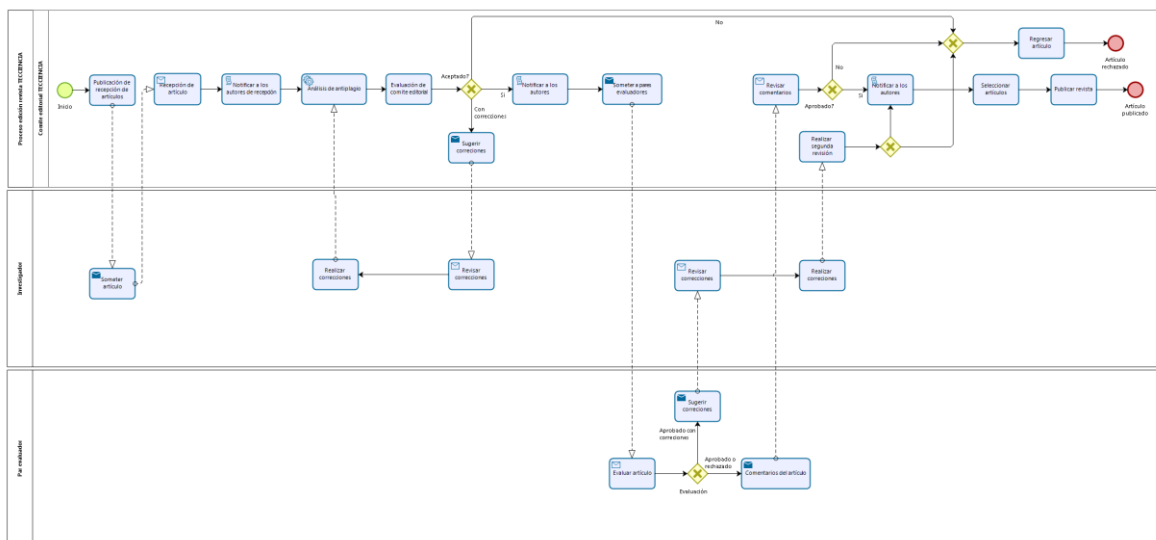


Figura. A-19. Edición de revista TECCIENCIA.

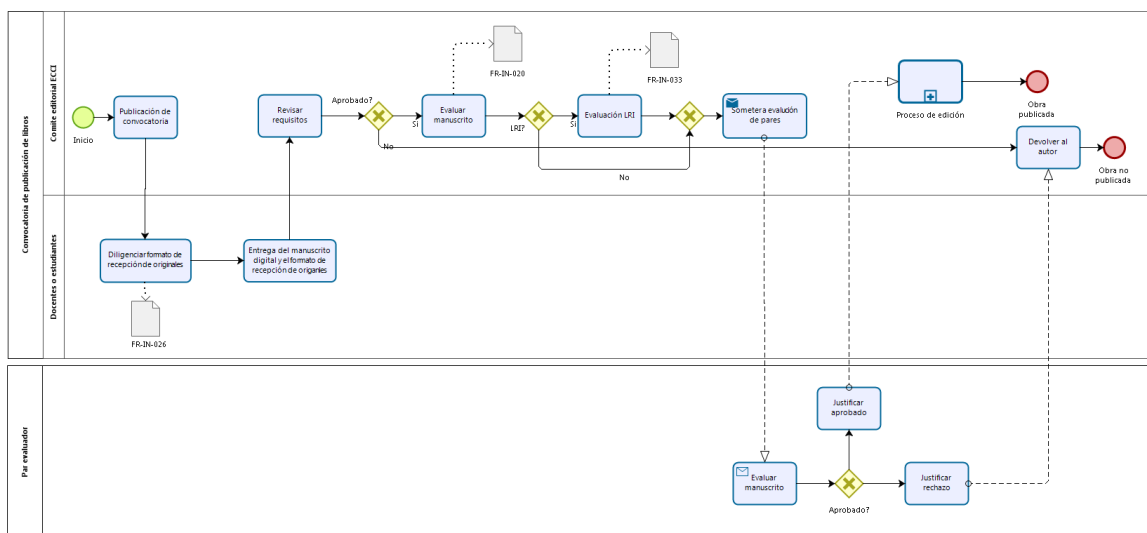


Figura. A-20. Convocatoria de publicación de libros.

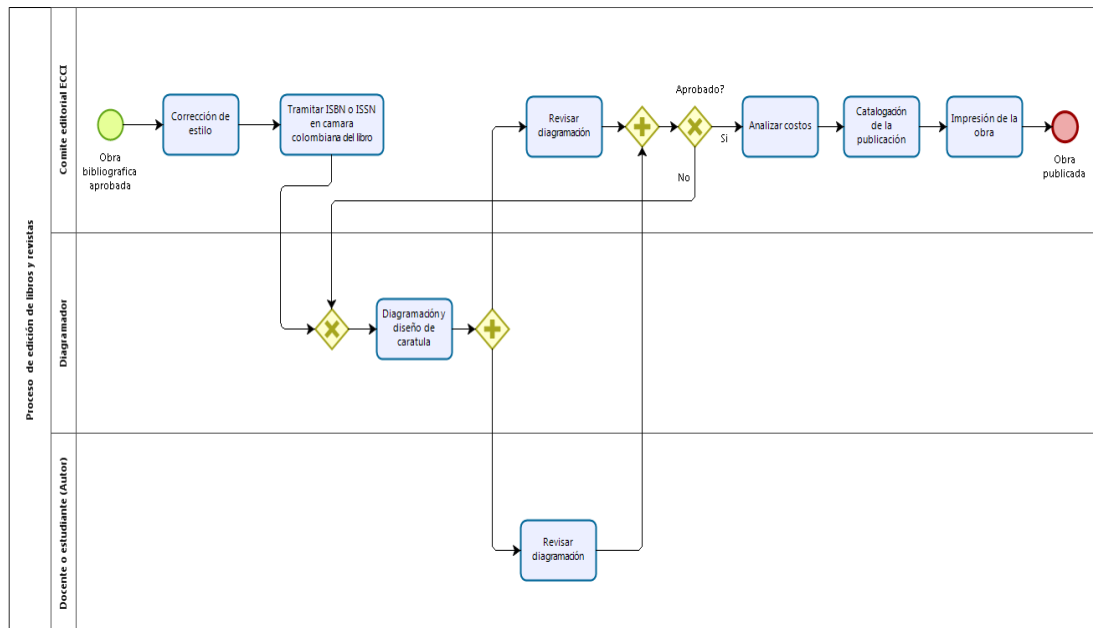


Figura. A-21. Edición de libros y revistas.

## **B. Anexo: Modelado de procesos en BPMN del prototipo desarrollado (TO–BE)**

En este anexo se muestran los procesos diseñados para el prototipo de AE, teniendo en cuenta el TO-BE planteado en la sección 5.2., de este documento. Es de tener en cuenta que los procesos diagramados en el Anexo A fueron modificados para ajustar la lógica del programa a las necesidades del negocio. Por otro lado, es importante destacar que no todos los procesos diseñados en el TO-BE se encuentran en este anexo, dado el alcance del proyecto establecido en el numeral 5.5.

### **1. Procesos estratégicos**

De los procesos estratégicos identificados como; la gestión de convocatoria interna de proyectos, la gestión de convocatoria de proyectos de semilleros de investigación y aval de convocatoria de proyectos externos, se diseñó un solo proceso dado que el flujo de proceso es el mismo para gestionar cualquier convocatoria mencionada anteriormente.

#### **1.1. Gestión de convocatoria de proyectos**

El proceso de gestión de convocatoria de proyectos ejecuta el mismo flujo ya sea para la convocatoria interna o para la convocatoria de semilleros, la diferencia radica en quien puede someter el proyecto a estas convocatorias, ya que para someter el proyecto a una convocatoria interna debe cumplir con el perfil del aplicante, mientras que para someterlo a una de semilleros debe ser líder de un semillero de investigación (Ver figura B-1 y B-2). Por otro lado, si la convocatoria es externa no es necesario ejecutar el subproceso de evaluar proyecto, ya que el vicerrector de investigación es el encargado de otorgar el aval institucional al proyecto.

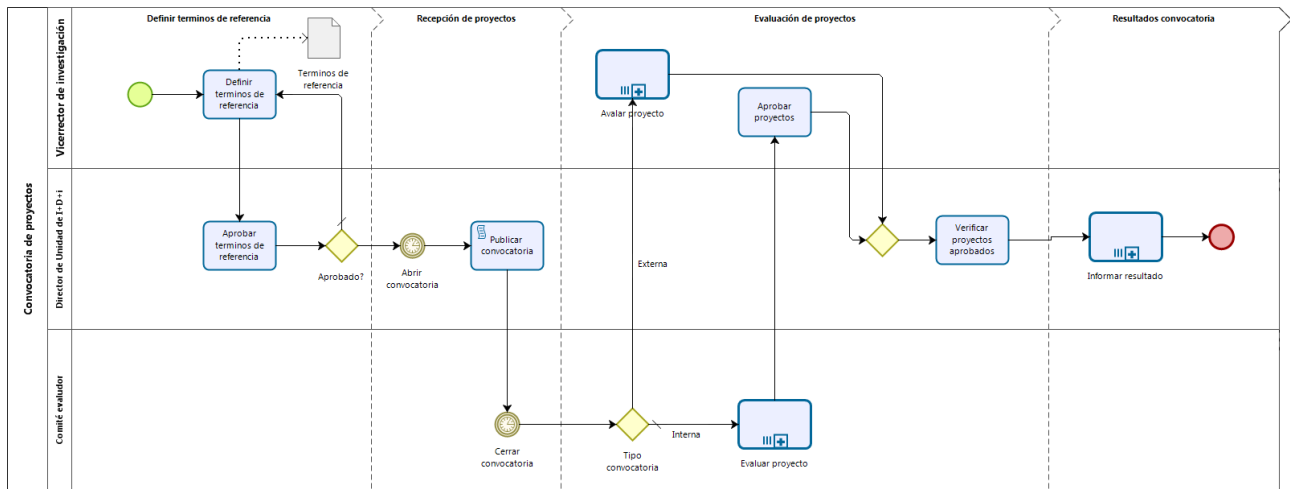


Figura. B-1. Convocatoria de proyectos.

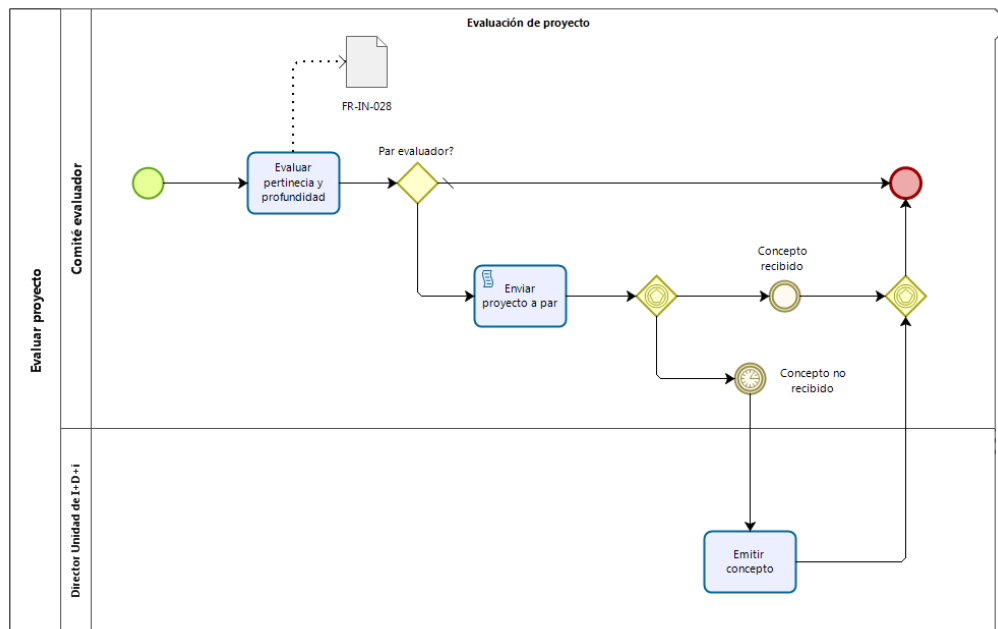


Figura. B-2. Evaluar proyecto.

## 2. Procesos misionales

Dentro de los procesos misionales se diseñaron los procesos que permiten gestionar y controlar la información referente a los proyectos de investigación, grupos de investigación y actividades de formación en investigación.

## 2.1. Gestión de proyectos – Someter proyecto

Este proceso permite someter el proyecto a una convocatoria que se encuentre activa. Dependiendo del tipo de convocatoria se otorga el correspondiente aval para poder radicar el proyecto. Si la convocatoria es interna el aval es otorgado por el director o líder del grupo de investigación. Asimismo, si la convocatoria es de semilleros el aval es otorgado por el líder del comité de investigación del programa. Por otro lado, si la convocatoria es externa no es necesario otorgar un aval para someter el proyecto, ya que una vez sometido este, el vicerrector se encargará de otorgar el aval institucional a cada uno de los proyectos radicados en la convocatoria externa (Ver figura B-3).

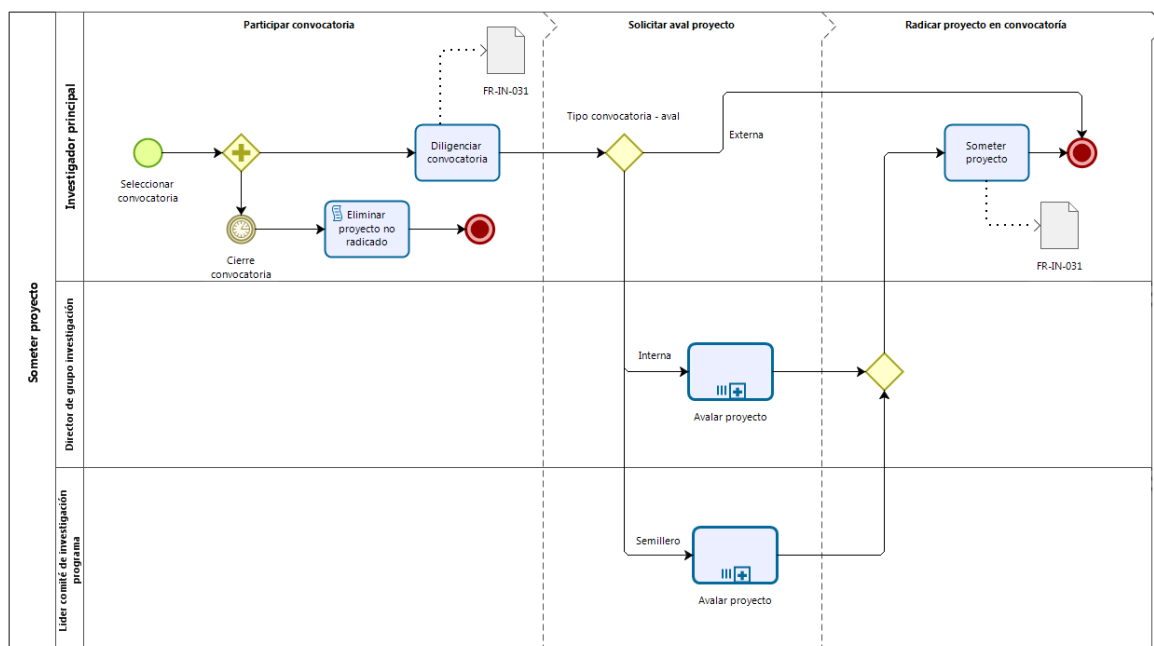


Figura. B-3. Someter proyecto.

## 2.2. Gestión de proyectos – Ejecución de proyecto

Cuando un proyecto es aprobado, es ejecutado este proceso. Inicialmente se debe diligenciar el acta de inicio. Una vez el acta de inicio haya sido aprobada se empieza a ejecutar el proyecto, registrando los productos obtenidos durante el desarrollo del mismo. El informe de seguimiento se lleva a cabo cuando es iniciado el proceso de seguimiento y control de portafolio de proyecto por el director de la OTRI. Cuando el proyecto se ha ejecutado en su totalidad se debe diligenciar el acta el de cierre por medio del subproceso realizar acta (Ver figura B-4).

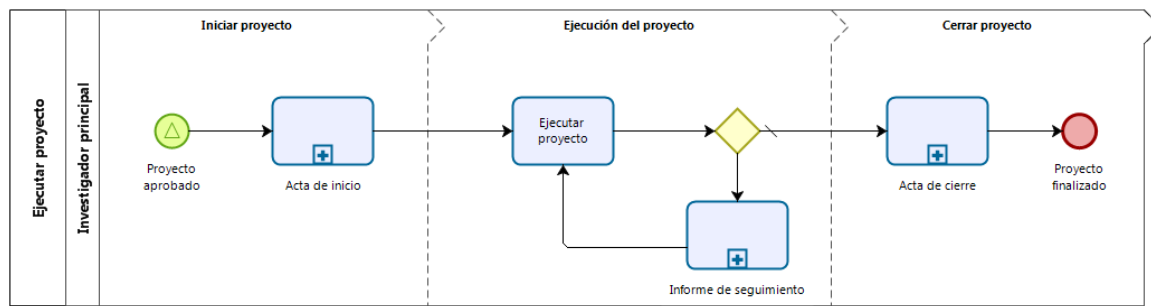


Figura. B-4. Ejecutar proyecto.

### 2.2.1. Ejecución de proyecto – Acta de inicio y cierre

Este proceso se ejecuta cuando es necesario realizar el acta de inicio o el acta de cierre. La lógica del proceso varía un poco dependiendo del tipo de acta a diligenciar, ya que si es el acta de inicio es necesario aprobar el presupuesto del proyecto por parte del director de la unidad de I+D+i. Por el contrario si es acta de cierre, el acta es aprobada por el vicerrector de investigación una vez haya verificado que se ha cumplido con todo lo establecido en el acta de inicio del proyecto (Ver figura B-5).

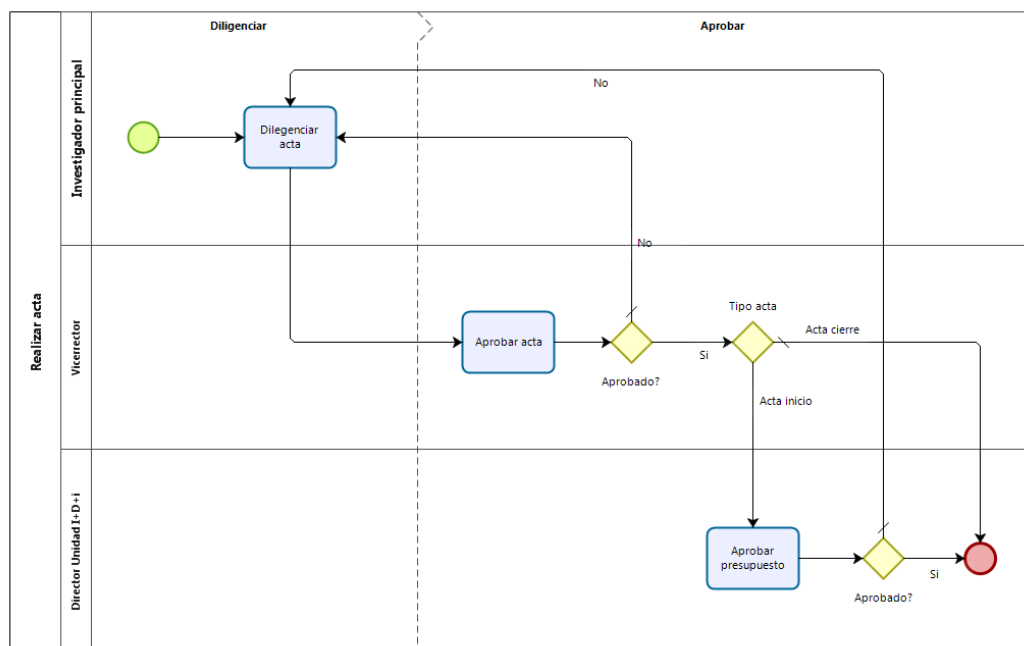


Figura. B-5. Realizar acta.



## 2.3. Gestión de grupos de investigación

La gestión de grupos de investigación se diseñó en varios subprocesos para llevar el control de los grupos. Dentro de estos subprocesos se encuentran: crear grupo de investigación, definición plan de trabajo, gestión de integrantes y vincular producto.

### 2.3.1. Crear grupo de investigación

Este proceso permite crear un grupo de investigación teniendo mayor control por parte de la institución. En este se define la razón de ser del nuevo grupo, se evalúa su pertinencia y aporte a la institución y posteriormente se informa al líder de grupo si el grupo contará con el aval institucional (Ver figura B-6).

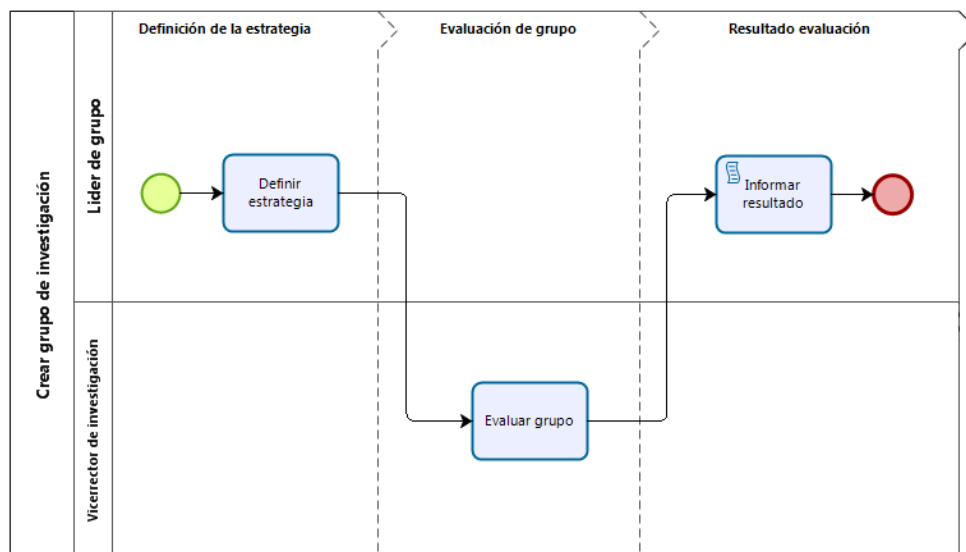


Figura. B-6. Crear grupo de investigación.

### 2.3.2. Definición plan de trabajo de grupo

De acuerdo al estado o categoría en la que se encuentre el grupo, este proceso permite definir la estrategia y la producción con que se compromete cada uno de los integrantes a aportar al grupo de investigación (Ver figura B-7).

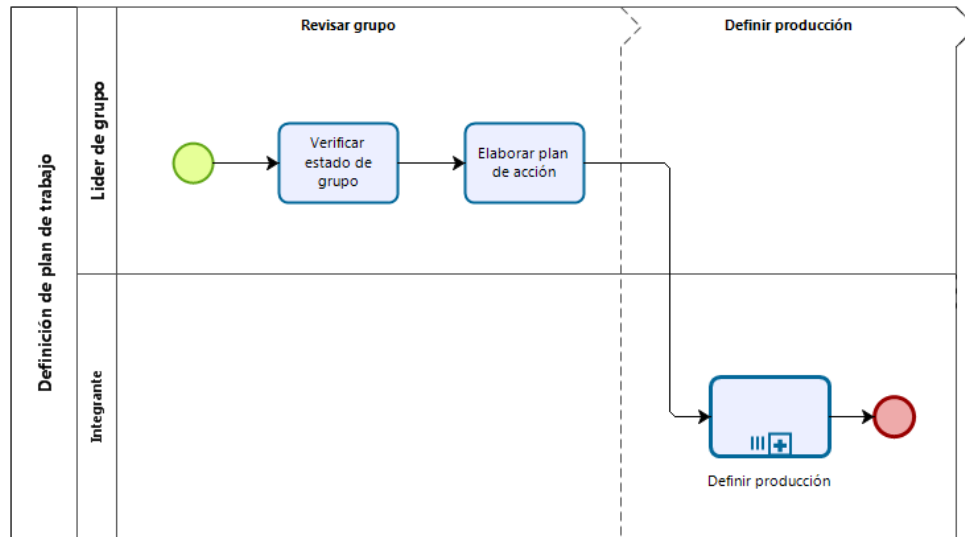


Figura. B-7. Definición plan de trabajo de grupo.

### 2.3.3. Gestión de integrantes

Este proceso permite vincular o desvincular integrantes de un grupo de investigación. De igual forma permite conocer la respuesta a la solicitud de vinculación hecha por el líder de grupo a un investigador determinado (Ver figura B-8).

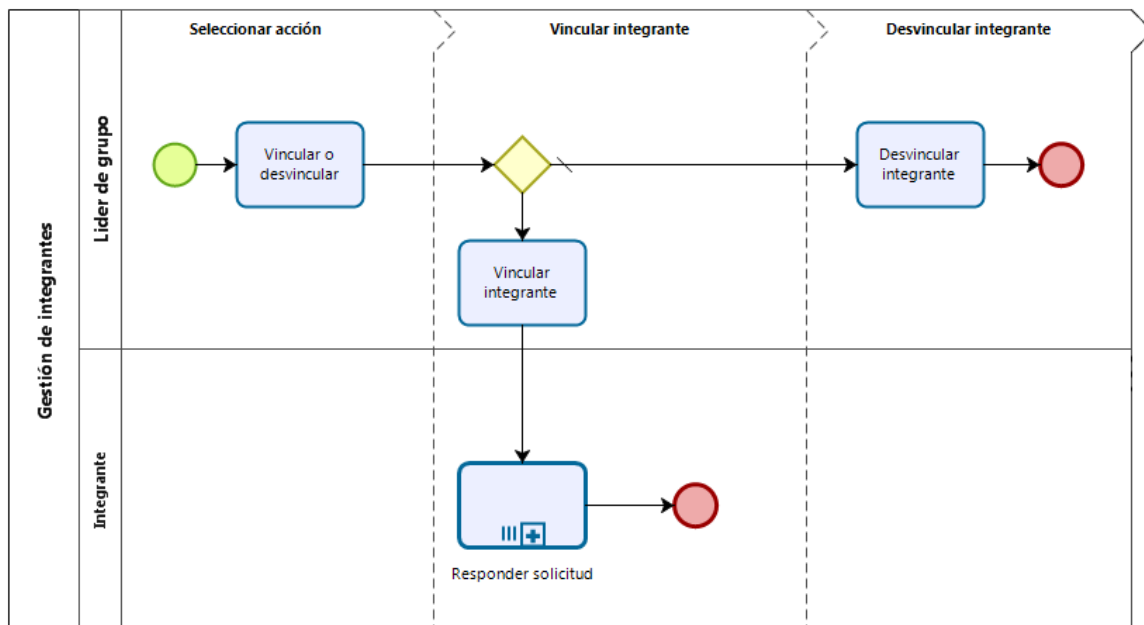


Figura. B-8. Gestión de integrantes.

### 2.3.4. Vincular producto

Para vincular un producto a un grupo de investigación este proceso debe ser ejecutado. Si el investigador pertenece a dos o más grupos de investigación, debe seleccionar primero el grupo al que se le va a cargar el producto y posteriormente registrar el producto (Ver figura B-9).

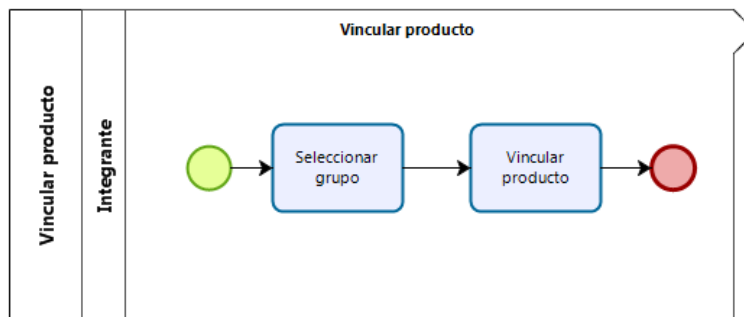


Figura. B-9. Vincular producto.

## 2.4. Gestión de semilleros de investigación

La gestión de semilleros permite crear o actualizar un semillero de investigación. Es de tener en cuenta que la información del semillero se puede actualizar siempre y cuando este haya sido reconocido por la vicerrectoría de investigación. Una vez hecha la solicitud para crear el semillero este debe ser evaluada por líder de comité de investigación, el director de formación y el vicerrector de investigación (Ver figura B-10).

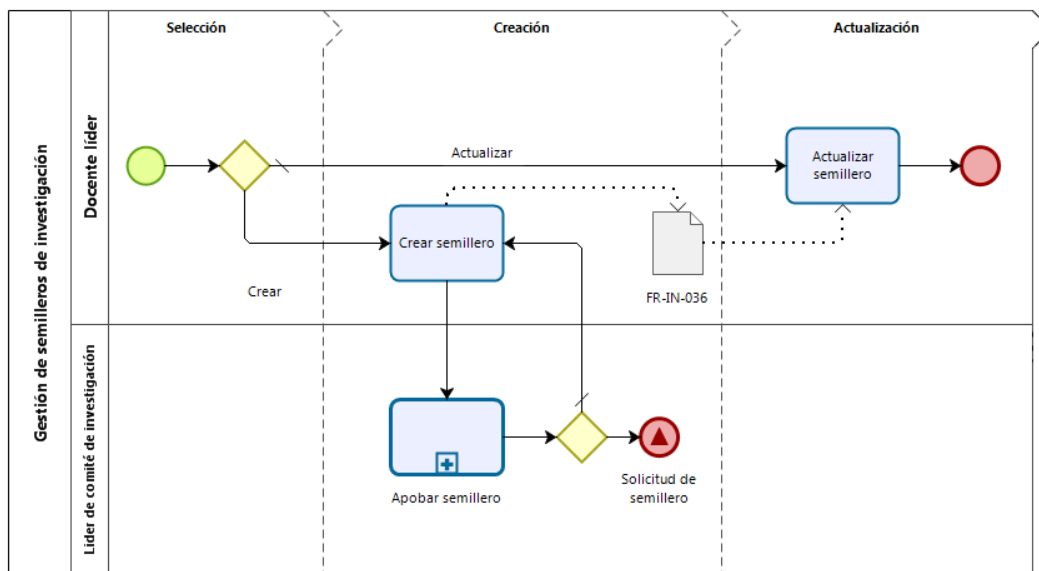


Figura. B-10. Gestión de semilleros de investigación.

### 2.4.1. Oficializar semillero

El proceso oficializar semillero continúa con la evaluación de la solicitud del semillero, realizada en el proceso de gestión de semilleros de investigación. Este proceso se dividió ya que el docente líder y el líder de comité de investigación hacen parte de la dirección de programa, mientras que el director de formación y el vicerrector de investigación pertenecen a la vicerrectoría de investigación, es decir los actores de este proceso corresponden a diferentes dependencias, por tal razón el modelado en BPMN debe realizarse de esta manera (Ver figura B-11).

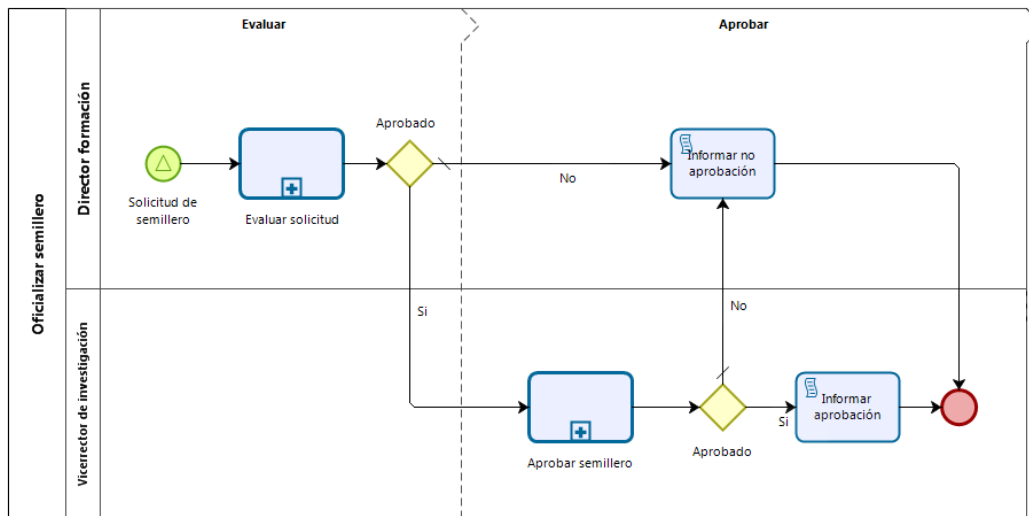


Figura. B-11. Oficializar semillero.

## 2.5. Seguimiento a actividades de formación para la investigación

Este proceso permite definir el plazo para registrar los productos de actividades de formación en investigación. Una vez el plazo haya terminado, se procede a revisar por parte del director de formación, los productos registrados por cada uno de los docentes vinculados a actividades de formación en investigación del programa académico (Ver figura B-12).



Figura. B-12. Seguimiento a actividades de formación para la investigación

### 2.5.1. Verificar producción programa (Revisar producción)

Una vez revisado todos los docentes de un programa académico, se genera un informe de cumplimiento el cual es enviado a la alta dirección (Ver figura B-13).

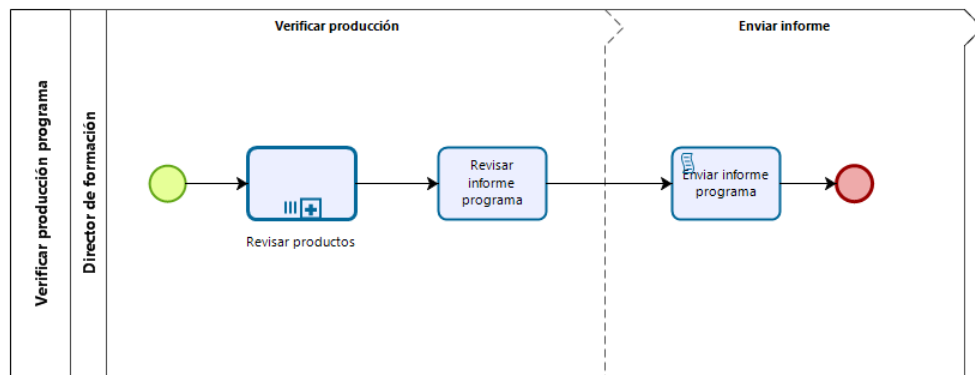


Figura. B-13. Verificar producción programa.

### 2.5.2. Asignar producción docente

Cuando se encuentra activo el plazo para registrar los docentes de investigación del programa, este proceso se puede ejecutar. En él, se definen los docentes que cumplirán con la función sustantiva de investigación en el programa y su correspondiente producción en el periodo de seguimiento. Posteriormente, se informa a la vicerrectoría de investigación los docentes asignados a investigación por parte del programa académico (Ver figura B-14).

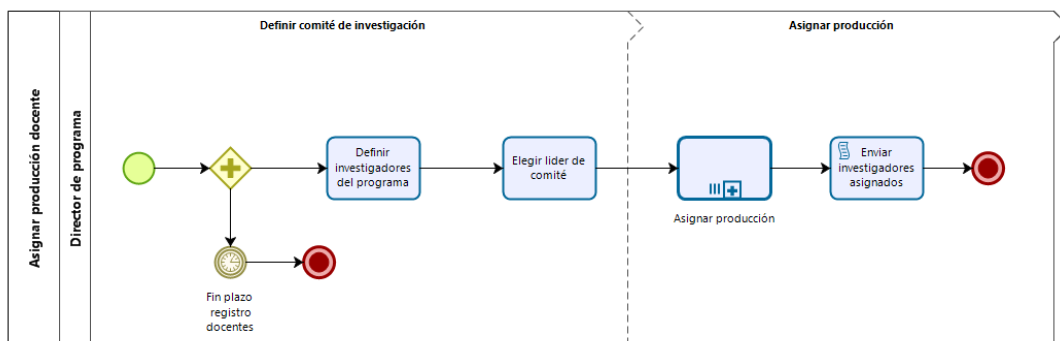


Figura. B-14. Asignar producción docente.

## 3. Procesos de apoyo

De igual forma que se ha explicado a lo largo del documento, estos procesos se definen en tres procesos de apoyo.

### 3.1. Análisis, caracterización de materiales y prototipado

Teniendo en cuenta el alcance del prototipo, para este proceso solo se diseñó el proceso de gestión de servicios de laboratorios.

#### 3.1.1. Gestión de servicios de laboratorios

El proceso de gestión de servicios de laboratorio, permite solicitar los servicios de laboratorio y diligenciar la cadena de custodia si el servicio a solicitar es de absorción atómica o de análisis físico químico. Una vez se haya realizado el servicio se envían los resultados al cliente (Ver figura B-15).

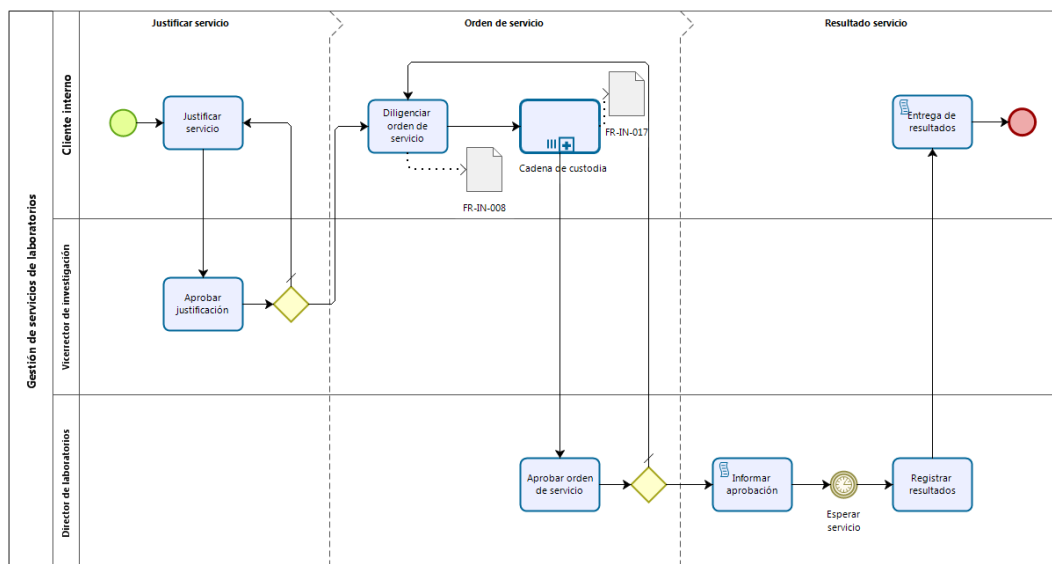


Figura. B-15. Gestión de servicios de laboratorios.

### 3.2. Transferencia de resultados de investigación

#### 3.2.1. Seguimiento al portafolio de proyectos

Este proceso permite solicitar el informe de seguimiento a los proyectos que hayan sido aprobados en la convocatoria interna o de semilleros de investigación (Ver figura B-16). Si los proyectos pertenecen a una convocatoria interna se verifica si el proyecto ha obtenido productos con potencial de transferencia (Anexo B - 3.2.2.). Una vez los productos hayan sido identificados, estos deben ser aprobados por la alta dirección y según ello se ejecuta

el proceso de protección y explotación (Anexo B - 3.2.3.) .En caso contrario solo se evalúa el avance de actividades y presupuesto, realizando el informe correspondiente.

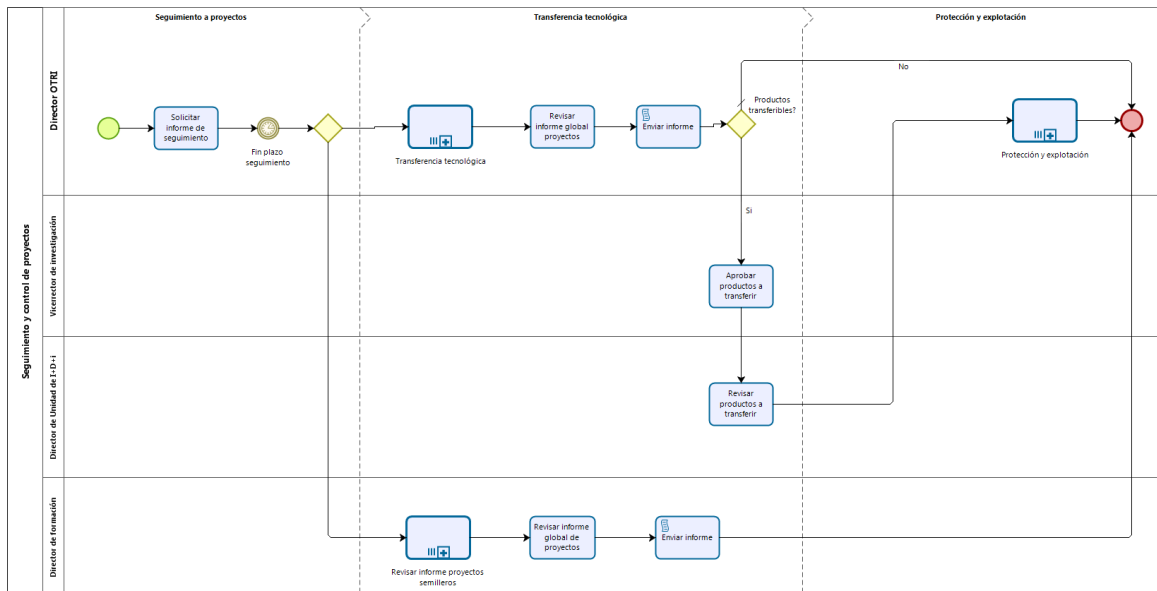


Figura. B-16. Seguimiento al portafolio de proyectos.

### 3.2.2. Transferencia tecnológica

El proceso de transferencia tecnológica, facilita identificar los productos obtenidos en los proyectos con potencial de transferencia (Ver figura B-17).

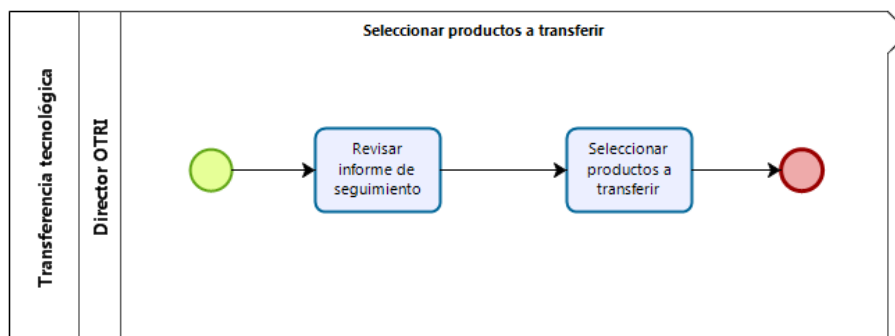


Figura. B-17. Transferencia tecnológica.

### 3.2.3. Protección y explotación

Cuando el producto es aprobado para transferir, es necesario generar un plan de acción e identificar la documentación necesaria para la transferencia del producto por parte de la



OTRI. Una vez el investigador principal haya diligencia los documentos, el director de la OTRI se encargará de efectuar el trámite correspondiente (Ver figura B-18).

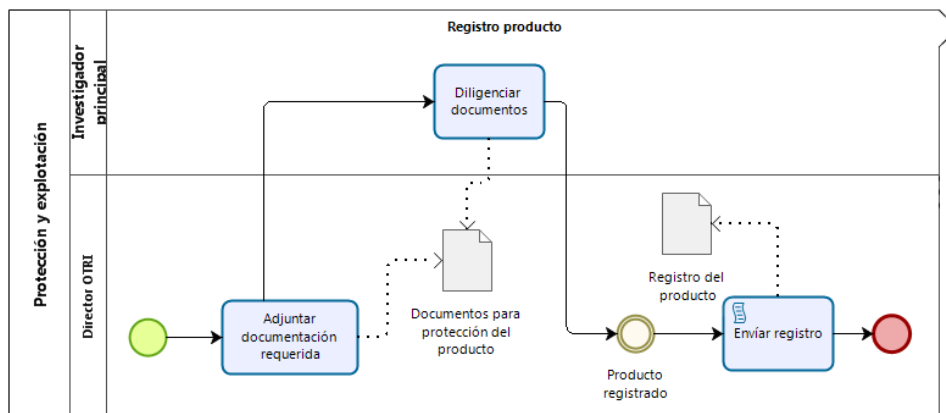


Figura. B-18. Protección y explotación

### 3.3. Publicaciones

#### 3.3.1.Convocatoria de obras bibliográficas

La convocatoria de obras bibliográficas tiene la misma lógica de proceso que la convocatoria interna y la de semilleros. La diferencia radica en que el encargado de definir los términos de referencia y aprobar los manuscritos es el director editorial en vez del vicerrector de investigación (Ver figura B-19).

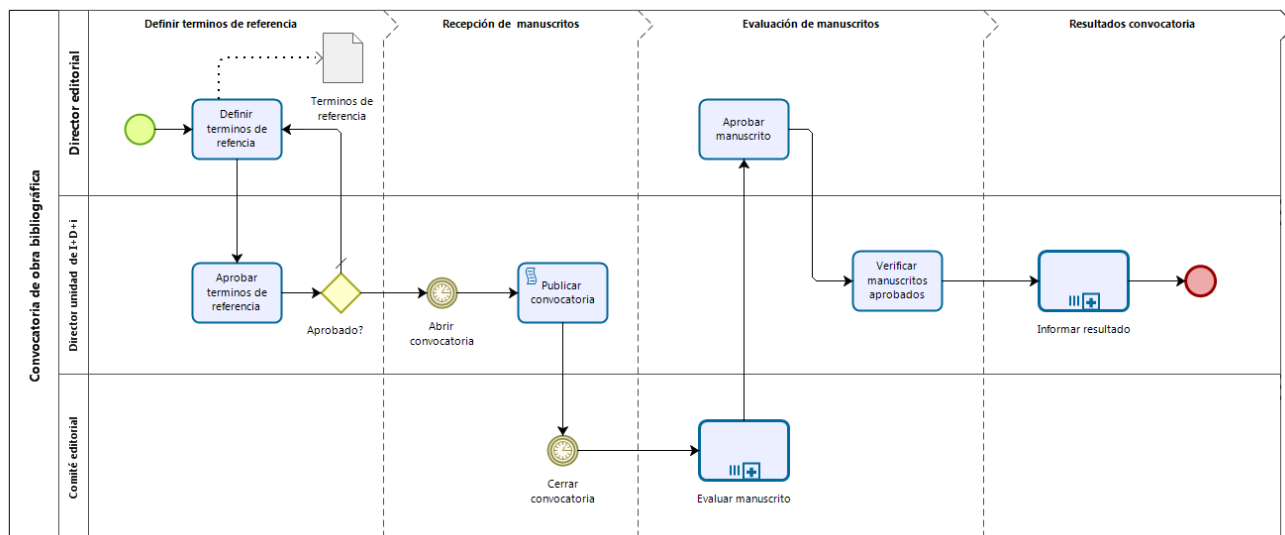


Figura. B-19. Convocatoria de obras bibliográficas.

### 3.3.2. Evaluar manuscrito

Este proceso se ejecuta para todos los manuscritos sometidos a una convocatoria de obras bibliográficas en la que se escoge el par evaluador para cada manuscrito (Ver figura B-20).

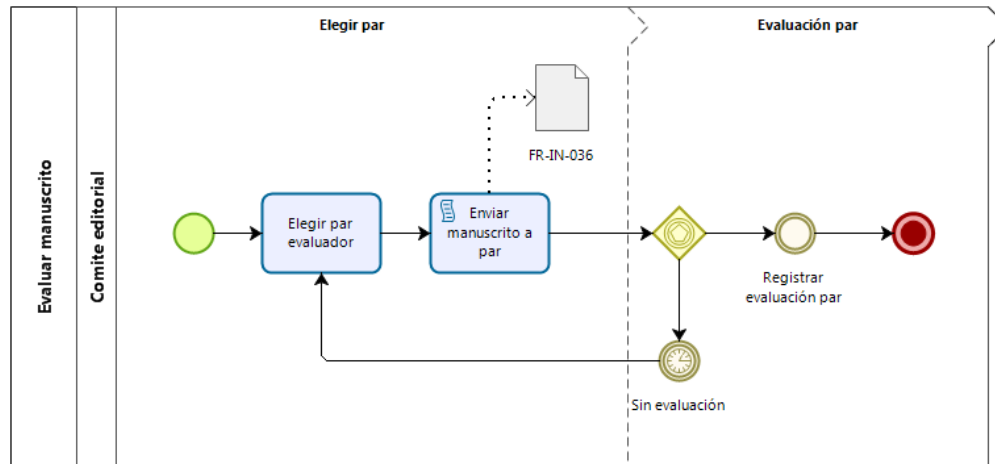


Figura. B-20. Evaluar manuscrito.

### 3.3.3. Someter obra bibliográfica

Este proceso se ejecuta siempre y cuando se encuentre abierta una convocatoria de obras bibliográficas para someter un manuscrito (Ver figura B-21).

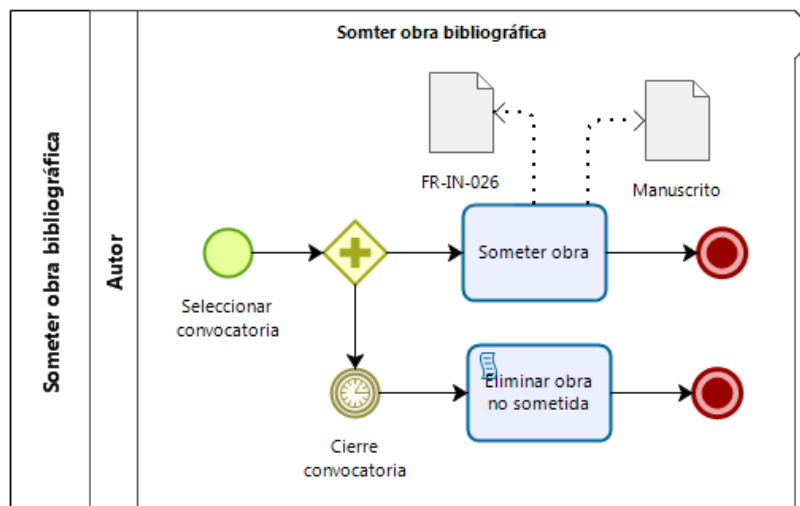


Figura. B-21. Someter obra bibliográfica.

## Bibliografía

- [1] Congreso de la República de Colombia, *Ley 30 de Diciembre 28 de 1992*. Colombia, 1992, p. 26.
- [2] Congreso de Colombia, “Ley 1286 de 2009,” *El Congr. Colomb.*, vol. 2009, no. enero 23, pp. 1–19, 2009.
- [3] *NTC 5800: Gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I). Terminología y definición de las actividades de I+D+I*. Colombia, 2008, pp. 1–12.
- [4] *NTC 5801: Gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I). Requisitos del sistema de gestión de la I+D+I*. Colombia, 2008, pp. 1–11.
- [5] *NTC 5802: Gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I). Requisitos de un proyecto de I+D+I*. Colombia, 2008, pp. 1–11.
- [6] L. Urbaczewski and S. Mrdalj, “A comparison of enterprise architecture frameworks,” *Issues Inf. Syst.*, vol. VII, no. 2, pp. 18–23, 2006.
- [7] J. Mentz, P. Kotzé, and A. Van der Merwe, “A comparison of practitioner and researcher definitions of enterprise architecture using an interpretation method,” *Adv. Enterp. Inf. Syst. II*, pp. 11–26, 2012.
- [8] R. Ansyori, N. Qodarsih, and B. Soewito, “A systematic literature review: Critical Success Factors to Implement Enterprise Architecture,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 135, pp. 43–51, 2018.
- [9] T. Brown, “Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation,” vol. 31. Harper Collins, New York, USA, pp. viii, 264 p., 2009.
- [10] Vicrectoría de investigación ECCI, “VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN PLAN ESTRATÉGICO DE INVESTIGACIÓN 2017-2021.”, Bogotá, 2017.
- [11] N. A. A. Bakar, S. Harihodin, and N. Kama, “Assessment of Enterprise Architecture Implementation Capability and Priority in Public Sector Agency,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 100, pp. 198–206, 2016.
- [12] A. Alwadain, E. Fielt, A. Korthaus, and M. Rosemann, “Empirical insights into the development of a service-oriented enterprise architecture,” *Data Knowl. Eng.*, vol. 105, pp. 39–52, 2016.
- [13] Gartner, “EA Practitioners Have Significant Influence on \$1.1 Trillion in Enterprise IT Spend.” [Online]. Available: <https://www.gartner.com/id=2286216>. [Accessed: 24-Jan-2018].
- [14] W. A., B. P., L. L.-S., R. G., and R. I., “A method and tool for business-IT alignment

- in enterprise architecture,” *CEUR Workshop Proc.*, vol. 161, pp. 113–118, 2005.
- [15] J. A. Zachman, “A Framework for Information Systems Architecture,” in *IBM Systmes Journal*, 1987, vol. 26, no. 3, pp. 454–470.
  - [16] B. D. Rouhani, M. N. Mahrin, F. Nikpay, R. B. Ahmad, and P. Nikfard, “A systematic literature review on Enterprise Architecture Implementation Methodologies,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 62, pp. 1–20, 2015.
  - [17] S. Spewak and M. Tiemann, “Updating the Enterprise Architecture Planning Model,” *J. Enterp. Archit.*, vol. 2, no. May, pp. 11–19, 2006.
  - [18] K. Medini and J. P. Bourey, “SCOR-based enterprise architecture methodology,” *Int. J. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 25, no. 7, pp. 594–607, 2012.
  - [19] B. D. Rouhani, M. N. ri Mahrin, F. Nikpay, and P. Nikfard, “A comparison enterprise architecture implementation methodologies,” *Proc. - 2013 Int. Conf. Informatics Creat. Multimedia, ICICM 2013*, pp. 1–6, 2013.
  - [20] S. Leist and G. Zellner, “Evaluation of Current Architecture Frameworks,” in *Proceedings of the 2006 ACM symposium on Applied computing*, 2006, pp. 1546–1553.
  - [21] N. D. Duarte Osorio and A. D. Morales Botett, “Arquitectura Empresarial para el grupo de investigación E-soluciones,” pp. 1–134, 2013.
  - [22] U. Congress, “Clinger-Cohen Act,” *Public Law*, vol. 1996, no. 5. pp. 1–55, 1996.
  - [23] M. Arango Serna, J. Londoño Salazar, and J. Zapata Cortés, “Arquitectura Empresarial – Una Visión General,” *Rev. Ing. Univ. Medellín*, vol. 9, no. 16, pp. 101–111, 2010.
  - [24] Z.-G. Tao, Y.-F. Luo, C.-X. Chen, M.-Z. Wang, and F. Ni, “Enterprise application architecture development based on DoDAF and TOGAF,” *Enterp. Inf. Syst.*, vol. 11, no. 5, pp. 627–651, 2017.
  - [25] S. Buckl and C. M. Schweda, “On the State-of-the-Art in Enterprise Architecture Management Literature,” p. 144, 2011.
  - [26] J. Varnus and N. Panaich, “TOGAF 9 Survey Results,” Palo Alto CA, 2009.
  - [27] A. Josey, *TOGAF Version 9.1 Enterprise Edition*. 2011.
  - [28] E. Arroyo, “Definición de principios de arquitectura para arquitectura empresarial de la organización,” 2015.
  - [29] The Open Group, “Architecture Development Method (ADM).” [Online]. Available: <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/chap05.html>. [Accessed: 23-Jan-2018].
  - [30] V. der M. P. Harrison Rachel, Homan Paul, Josey Andrew, Rouse Matthew F., Van Sante Tom, “TOGAF VERSION 9.1 - Guia de bolsillo,” 2013.
  - [31] I. En *et al.*, “Diseño de un framework de arquitectura empresarial usando enfoque agil, para un centro de investigación y transferencia de tecnologías de una institución de educación superior del Ecuador,” Escuela Politécnica Nacional, 2015.

- [32] E. Rasdiana and Y. Bandung, "A centralized design of information network architecture for local government: A case study of Hulu Sungai Selatan regency," *2016 Int. Conf. Inf. Technol. Syst. Innov. ICITSI 2016 - Proc.*, 2017.
- [33] Y. Ruldeviyani, E. Wisnuwardhanu, and Y. Giri, "Designing enterprise architecture Case study of the ministry of energy and mineral resources," *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 12, no. 8, pp. 2185–2188, 2017.
- [34] I. Y. M. Edward, W. Shalannanda, S. I. Lestaringati, and A. Agusdian, "E-government master plan design with togaf framework," *Proc. 2014 8th Int. Conf. Telecommun. Syst. Serv. Appl. TSSA 2014*, pp. 1–6, 2015.
- [35] Open Group, "Case Studies show TOGAF in use in a variety of situations," 2015. [Online]. Available: [http://www.opengroup.org/public/arch/p4/cases/case\\_intro.htm#MoD](http://www.opengroup.org/public/arch/p4/cases/case_intro.htm#MoD). [Accessed: 27-Sep-2017].
- [36] W. N. Bernal, G. C. Caballero, J. O. Sanchez, and H. Paez-Logreira, "Enterprise architecture framework oriented to cloud computing services," *2016 6th Int. Conf. Comput. Commun. Control*, no. lcccc, pp. 64–69, 2016.
- [37] I. Santikarama and A. A. Arman, "Designing enterprise architecture framework for non-cloud to cloud migration using TOGAF, CCRM, and CRMM," *2016 Int. Conf. ICT Smart Soc. ICISS 2016*, no. July, pp. 32–37, 2016.
- [38] R. Covington and H. Jahangir, "The Oracle Enterprise Architecture Framework," 2009.
- [39] A. Ahmad Rais and R. Pecinovsky, "TOGAF usage in outsourcing of software development," *Acta Inform. Pragensia*, vol. 2, no. 2, pp. 68–76, 2013.
- [40] MinTIC, "Estrategia de Gobierno en línea 2012 - 2017," Bogota, D.C, 2012.
- [41] MINTIC, "Manual Estrategia de Gobierno en Línea," p. 74, 2015.
- [42] P. María and I. Mejía, "Arquitectura empresarial El camino hacia un gobierno integrado," Bogotá, 2013.
- [43] H. C. Bueno and W. B. Pineda, "Identificación de principios de arquitectura empresarial para la gestión de factores de impacto en entidades públicas colombianas utilizando TOGAF," *Rev. Inven.*, pp. 22–28, 2016.
- [44] Min TIC, "Generalidades del Marco de Referencia de AE para la gestión de TI," Bogota, D.C, 2017.
- [45] El Tiempo, "ENTIDADES, A CONSULTAR EL SICE." [Online]. Available: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1555651>. [Accessed: 16-Feb-2018].
- [46] El Espectador, "Descalabro del SICE | ELESPECTADOR.COM," 2012. [Online]. Available: <http://www.elespectador.com/noticias/economia/descalabro-del-sice-articulo-332911>. [Accessed: 19-Sep-2017].
- [47] euroCRIS, "Main features of CERIF." [Online]. Available: <https://www.eurocris.org/cerif/main-features-cerif>. [Accessed: 21-Mar-2018].

- 
- [48] D. Ivanović, D. Surla, M. Trajanović, D. Misić, and Z. Konjović, "Towards the Information System for Research Programmes of the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 106, no. June 2016, pp. 122–129, 2017.
  - [49] "CERIF - the Common European Research Information Format." [Online]. Available: <https://ercim-news.ercim.eu/en68/european-scene-qsupport-of-the-research-process/qcerif-the-common-european-research-information-format>. [Accessed: 21-Mar-2018].
  - [50] J. Schöpfel, H. Prost, and V. Rebouillat, "Research Data in Current Research Information Systems," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 106, no. June 2016, pp. 305–320, 2017.
  - [51] B. Jorg, J. Ferlez, E. Grabcewski, and M. Jermol, "IST world: European RTD information and service portal," in *CRIS 2006: Enabling Interaction and Quality: Beyond the Hanseatic League - 8th International Conference on Current Research Information Systems*, 2006, no. May, p. SAP AG-.
  - [52] "SICRIS." [Online]. Available: <http://sicris.izum.si/default.aspx?lang=eng>. [Accessed: 21-Mar-2018].
  - [53] Ministry of Education and Research, "Cristin." [Online]. Available: <http://www.cristin.no/>. [Accessed: 21-Mar-2018].
  - [54] Elsevier, "Pure." [Online]. Available: <https://www.elsevier.com/solutions/pure>. [Accessed: 21-Mar-2018].
  - [55] Thomsonreuters, "Converis." [Online]. Available: <http://ipscience-help.thomsonreuters.com/converisLive/aboutConveris.html>. [Accessed: 21-Mar-2018].
  - [56] L. Siciliano, S. Schmidt, and M. Kinzler, "BoRIS and BIA: CRIS and institutional repository integration at the Free University of Bozen-Bolzano," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 33, no. 0, pp. 68–73, 2014.
  - [57] R. McDonnell and S. Kerridge, "Research Information Management System (KRIMSON) at Kent," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 106, no. June 2016, pp. 160–167, 2017.
  - [58] E. Amalia and H. Supriadi, "Development of enterprise architecture in university using TOGAF as framework," in *AIP Conference Proceedings*, 2017, vol. 060004, p. 060004.
  - [59] "About SICRIS." [Online]. Available: <http://www.sicris.si/about/cris.aspx?lang=eng>. [Accessed: 19-Apr-2018].
  - [60] "About Cristin- Cristin." [Online]. Available: <http://www.cristin.no/om-cristin/>. [Accessed: 19-Apr-2018].
  - [61] "Features - Pure | Elsevier." [Online]. Available: <https://www.elsevier.com/solutions/pure/features#modules>. [Accessed: 19-Apr-2018].
  - [62] SIGMA, "SIGMA lidera la implementación de CERIF en EuroCRIS - SIGMA |

- helping universities succeed.” [Online]. Available: <http://www.sigmaaie.org/es/noticia/sigma-lidera-la-implementacion-de-cerif-en-eurocris>. [Accessed: 20-Apr-2018].
- [63] N. I. of F. and Agriculture, “About REEIS.” [Online]. Available: <https://reeis.usda.gov/about>. [Accessed: 09-Nov-2018].
- [64] N. I. of F. and Agriculture, “USDA / CRIS.” [Online]. Available: <https://cris.nifa.usda.gov/aboutus.html>. [Accessed: 09-Nov-2018].
- [65] E. M. Cortez, “RESEARCH, EDUCATION, AND ECONOMICS INFORMATION SYSTEM: AN ENGINE FOR STRATEGIC PLANNING AND INFORMATION POLICY DEVELOPMENT AT THE U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE,” *J. Gov. Inf.*, vol. 26, no. 2, pp. 119–129, 1999.
- [66] “IRES: Integrated Research Enterprise Solution.” [Online]. Available: <https://your.yale.edu/work-yale/training/research-training/ires-integrated-research-enterprise-solution>. [Accessed: 10-Nov-2018].
- [67] U. of Columbia, “Online Research Systems.” [Online]. Available: <https://research.columbia.edu/content/online-research-systems>. [Accessed: 10-Nov-2018].
- [68] Columbia University’s, “Columbia University’s RASCAL - Research and Compliance Administration System.” [Online]. Available: <https://www.rascal.columbia.edu/>. [Accessed: 10-Nov-2018].
- [69] P. Mangiafico, “Research Information Management at Duke University: A Researcher-Centered Approach,” 2017.
- [70] Symplectic, “Capture the evidence of impact.” [Online]. Available: <https://symplectic.co.uk/elements-updates/capture-evidence-impact/>. [Accessed: 13-Nov-2018].
- [71] “Digital Science.” [Online]. Available: <https://www.digital-science.com/>. [Accessed: 07-Jun-2019].
- [72] “Reputation - Digital Science.” [Online]. Available: <https://www.digital-science.com/institutions/reputation/>. [Accessed: 04-Mar-2019].
- [73] R. Bryant *et al.*, “Research Information Management : Defining RIM and the Library’s Role,” p. 24, 2017.
- [74] The University of Arizona, “About UA Vitae.” [Online]. Available: <https://uavitae.arizona.edu/content/about-ua-vitae>. [Accessed: 14-Nov-2018].
- [75] Virginia Tech, “Electronic Faculty Activity Reporting.” [Online]. Available: [https://www.provost.vt.edu/who\\_we\\_are/faculty\\_affairs/electronic\\_faculty\\_activity\\_reporting.html](https://www.provost.vt.edu/who_we_are/faculty_affairs/electronic_faculty_activity_reporting.html). [Accessed: 14-Nov-2018].
- [76] Texas A&M University, “Scholars@TAMU.” [Online]. Available: <http://scholars.library.tamu.edu/index.php>. [Accessed: 14-Nov-2018].
- [77] Syracuse University, “Experts@Syracuse.” [Online]. Available: <https://experts.syr.edu/>. [Accessed: 14-Nov-2018].

- [78] Z. Z. Medzinárodnej Konferencie and B. Ebert, "Using a CRIS to Reduce Workload and Increase Quality for Research Reporting and University Marketing," in *Integration for Open Access to Scientific Outputs conference*, 2014, pp. 1–48.
- [79] L. Dempsey, "Research information management systems - a new service category?," *Lorcan Dempsey's Weblog*, 2014. [Online]. Available: <http://orweblog.oclc.org/research-information-management-systems-a-new-service-category/>. [Accessed: 19-Nov-2018].
- [80] J.-C. Plantin, C. Lagoze, and P. N. Edwards, "Re-integrating scholarly infrastructure: The ambiguous role of data sharing platforms," *Big Data Soc.*, vol. 5, no. 1, p. 205395171875668, 2018.
- [81] D. N. de Planeación, *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Colombia, 2009, pp. 1–69.
- [82] M. Acosta *et al.*, *Colciencias cuarenta años: Entre la legitimidad, la normatividad y la práctica*, 2013th ed. Bogota, D.C: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2013.
- [83] C. U. R. NUÑEZ, "PLAN ESTRATEGICO DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA (2009-2013)," Cartagena, 2010.
- [84] M. Bonfante, "Arquitectura empresarial con modelado integrado. Caso de estudio: Corporación Universitaria Rafael Nuñez," *Ing. y Tecnol.*, vol. 2, no. 1, pp. 29–34, 2011.
- [85] Universidad de Antioquia, "Sistema de Información para la Investigación Universitaria," *Universidad de Antioquia*, 2015. [Online]. Available: <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/investigacion/gestion-investigacion/contenido/ascontenidosmenu/siiu>. [Accessed: 28-Jun-2017].
- [86] D. Angelica and C. Paola, "MANUAL DEL USUARIO Procesos de investigación y laboratorios," Bogota, D.C, 2016.
- [87] V. de Investigación, "Sistema de información HERMES Componente de extensión Versión 2.0," Bogota, D.C, 2017.
- [88] Universidad ECCI, "Historia Universidad ECCI." [Online]. Available: <https://www.ecci.edu.co/es/Bogota/historia-80>. [Accessed: 09-Apr-2018].
- [89] Universidad ECCI, "Organigrama - Universidad ECCI." [Online]. Available: [https://www.ecci.edu.co/es/Bogota/organigrama-919?language\\_content\\_entity=es](https://www.ecci.edu.co/es/Bogota/organigrama-919?language_content_entity=es). [Accessed: 09-Apr-2018].
- [90] M. Porter, "Cadena de valor," *Estrategia magazine*, no. 19, pp. 1–4, 2004.
- [91] Icontec, "NTC - ISO 9001: SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD," pp. 1–21, 2008.
- [92] Colciencias, *Modelo De Medición De Grupos De Investigación , Desarrollo Tecnológico O De Innovación Y De Reconocimiento De Investigadores Del Sistema Nacional De Ciencia , Tecnología E Innovación 2017*, vol. 2017. 2017.
- [93] Consejo Nacional de Acreditación, "Lineamientos para la acreditación de



programas de Pregrado,” Bogota, D.C, 2013.

- [94] “Entidad de proceso - Bizagi 11.2 BPM Suite User Guide - Digital Business Platform.” [Online]. Available: [http://help.bizagi.com/bpm-suite/es/index.html?make\\_an\\_entity\\_a\\_process\\_entit.htm](http://help.bizagi.com/bpm-suite/es/index.html?make_an_entity_a_process_entit.htm). [Accessed: 24-Jul-2019].